



Méthode de conception
fondée sur le risque pour
les aides à la navigation
sur le fleuve Saint-Laurent

TP 13468F

Canada

TP 13468F

**Méthode de conception fondée sur
le risque pour les aides à la navigation
sur le fleuve Saint-Laurent**

préparé par

B. Judson
GeoInfo Solutions Ltd.

J. Shortreed
Institute for Risk Research, Université de Waterloo

J.D. Reid
Centre de développement des transports, Transports Canada

Août 1999

Le Centre de développement des transports et la Garde côtière canadienne ne se portent garants d'aucun produit ou fabricant. Les appellations commerciales citées dans ce rapport ont pour seul objet de rendre l'exposé plus clair.

Comme le secteur maritime utilise aussi bien le système métrique que le système impérial, les mesures sont exprimées tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre système.

Équipe de projet

James Reid, Centre de développement des transports, Transports Canada
Brad Judson, GeoInfo Solutions Ltd.
John Shortreed, Institute for Risk Research
Stéphane Julien, Garde côtière canadienne

Remerciements

Les auteurs désirent souligner la contribution exceptionnelle du Capitaine Stéphane Julien, Garde côtière canadienne/Pêches et Océans Canada, région Laurentienne, qui a dirigé les discussions avec les intervenants clés, établi les plans de voyage pour chaque tronçon de route étudié et complété l'analyse de ces tronçons à l'aide de l'application DMS. L'équipe de projet juge inestimable le leadership, l'approche stratégique et le rôle de guide joué par le Capitaine Julien.

Les auteurs tiennent également à remercier M. Louis Rhéaume, Président, Corporation des pilotes du Bas Saint-Laurent, pour sa précieuse collaboration. M. Rhéaume a contribué au projet en mettant à profit sa connaissance locale de la voie navigable et des bonnes pratiques de pilotage pour la validation de l'outil DMS.

Des remerciements s'adressent aussi à :

- Personnel du programme Aides à la navigation et Voies navigables de MPO/GCC, région Laurentienne
- Administration de pilotage des Laurentides, Canada
- Corporation des pilotes, région Centrale
- Corporation des pilotes du Bas Saint-Laurent
- Association des armateurs du Saint-Laurent inc. et compagnies adhérentes

This report is also available in English: *"Risk-based Design Method for Aids to Navigation in the St. Lawrence River"*, TP 13468E.



1. N° de la publication de Transports Canada TP 13468F	2. N° de l'étude 9307	3. N° de catalogue du destinataire		
4. Titre et sous-titre Méthode de conception fondée sur le risque pour les aides à la navigation sur le fleuve Saint-Laurent		5. Date de la publication Août 1999		
		6. N° de document de l'organisme exécutant		
7. Auteur(s) B. Judson, J. Shortreed et J.D. Reid		8. N° de dossier - Transports Canada ZCD2450-C-362-2		
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant GeoInfo Solutions Ltd. Institute for Risk Research, Université de Waterloo Centre de développement des transports, Transports Canada		10. N° de dossier - TPSGC HAL-7-40534		
		11. N° de contrat - TPSGC ou Transports Canada T8200-7-7552		
12. Nom et adresse de l'organisme parrain Centre de développement des transports (CDT) 800, boul. René-Lévesque Ouest Bureau 600 Montréal (Québec) H3B 1X9		13. Genre de publication et période visée Final		
		14. Agent de projet James D. Reid Courriel : reidj@tc.gc.ca		
15. Remarques additionnelles (programmes de financement, titres de publications connexes, etc.) Projet financé par le ministère des Pêches et des Océans (MPO)				
16. Résumé <p>Ce projet s'appuie sur l'expertise acquise lors du projet <i>Analyse des risques inhérents à la navigation arctique</i> et de l'étude sur le détroit de Canso. Il vient combler l'absence, à ce jour, d'un outil d'analyse permettant d'évaluer les avantages relatifs, sur le plan de la sécurité, d'une configuration donnée d'aides à la navigation dans une voie d'eau complexe, tel un fleuve comportant un chenal principal dragué.</p> <p>Le but de ce projet était de parfaire le préprocesseur 99,9 % mis au point lors de l'étude Canso pour qu'il puisse mesurer de façon précise, tronçon par tronçon, le niveau de sécurité associé à différentes configurations d'aides à la navigation dans le Saint-Laurent. Ces travaux ont abouti au programme Excel dit de "design minimum de sécurité" (DMS). Le développement de ce programme doit énormément à l'apport de pilotes, d'officiers et de capitaines de la Garde côtière canadienne. Les chercheurs ont mené une première analyse du risque associé au volume du trafic et à la fréquence des accidents dans la région Laurentienne, afin de pouvoir comparer les valeurs établies par le programme DMS aux données historiques. Une évaluation approfondie du risque, assortie d'une analyse des conséquences, a ensuite été effectuée pour la portion du fleuve reliant le lac Saint-Pierre et Trois-Rivières, afin d'illustrer la gravité des conséquences éventuelles sur le milieu humain et naturel d'un déversement de pétrole ou d'essence.</p>				
17. Mots clés Analyse du risque, fleuve Saint-Laurent, aides à la navigation, manœuvre du navire, pilotage, niveau de service, bonne pratique du marin		18. Diffusion Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires. Courriel : tdccdt@tc.gc.ca		
19. Classification de sécurité (de cette publication) Non classifiée	20. Classification de sécurité (de cette page) Non classifiée	21. Déclassification (date) —	22. Nombre de pages xxii, 58, ann.	23. Prix Port et manutention



1. Transport Canada Publication No. TP 13468F	2. Project No. 9307	3. Recipient's Catalogue No.		
4. Title and Subtitle Méthode de conception fondée sur le risque pour les aides à la navigation sur le fleuve Saint-Laurent		5. Publication Date August 1999		
		6. Performing Organization Document No.		
7. Author(s) B. Judson, J. Shortreed, and J.D. Reid		8. Transport Canada File No. ZCD2450-C-362-2		
9. Performing Organization Name and Address GeoInfo Solutions Ltd. Institute for Risk Research, University of Waterloo Transportation Development Centre, Transport Canada		10. PWGSC File No. HAL-7-40534		
		11. PWGSC or Transport Canada Contract No. T8200-7-7552		
12. Sponsoring Agency Name and Address Transportation Development Centre (TDC) 800 René Lévesque Blvd. West Suite 600 Montreal, Quebec H3B 1X9		13. Type of Publication and Period Covered Final		
		14. Project Officer James D. Reid E-mail: reidj@tc.gc.ca		
15. Supplementary Notes (Funding programs, titles of related publications, etc.) Funded by the Department of Fisheries and Oceans (DFO)				
16. Abstract <p>This project builds on expertise developed in the Arctic Tanker Risk Analysis and Canso research projects. Before the completion of this project, no analytical tool was capable of measuring the relative safety benefits of a particular configuration of aids to navigation in a complex waterway, such as a river with a dredged main channel.</p> <p>The aim of this project was to enhance the Canso 99.9% preprocessor so that it was capable of measuring differences in navigational safety in the St. Lawrence River in a precise, track by track, method. The result was the minimum safe design (MSD) Excel program. The MSD program was developed with significant input from pilots, masters and Canadian Coast Guard captains. A preliminary risk analysis of traffic and accident frequency in the Laurentian Region was completed to compare the results of the MSD program to the historical record. A detailed risk assessment with a consequence analysis for the waterway between Lac St. Pierre and Trois Rivières was completed to illustrate the extent of potential human and environmental impact of an oil spill and a gasoline release event.</p>				
17. Key Words Risk analysis, St. Lawrence River, aids to navigation, shiphandling, pilotage, level of service, mariner's best practice		18. Distribution Statement Limited number of copies available from the Transportation Development Centre E-mail: tdccdt@tc.gc.ca		
19. Security Classification (of this publication) Unclassified	20. Security Classification (of this page) Unclassified	21. Declassification (date) —	22. No. of Pages xvii, 58, apps	23. Price Shipping/ Handling

Sommaire

Contexte

Le programme de modernisation des aides à la navigation de courte portée a été lancé à l'automne 1996, dans la foulée de fortes pressions visant à réduire les dépenses de la Garde côtière canadienne (GCC). Diverses mesures ont alors été envisagées pour diminuer les coûts, dont une révision des niveaux de service (NDS) associés aux aides à la navigation conventionnelles. Ainsi, la disponibilité des aides à la navigation de courte portée pour le pire mois de l'année est passée de 85 p. 100 à 75 p. 100.

En 1994 et 1995, des intervenants du milieu maritime, des armateurs et des pilotes rencontraient la GCC pour lui faire part des résultats de leurs propres études concernant les aides à la navigation qu'il conviendrait d'enlever ou de modifier, dans la région Laurentienne. Une première analyse du niveau de service a alors été entreprise, afin d'évaluer la pertinence des changements proposés par chaque intervenant. Étant donné le contexte (ressources financières limitées, récupération partielle des coûts auprès des utilisateurs), une divergence de vue majeure s'est manifestée. En effet, tandis que l'Association des armateurs canadiens et l'Association des armateurs du Saint-Laurent donnaient leur accord au retrait de 44 p. 100 des bouées lumineuses commerciales, la Corporation des pilotes du Saint-Laurent Central de même que la Corporation des pilotes du Bas-Saint-Laurent proposaient de n'en retirer que 12,5 p. 100.

Cette divergence était trop profonde pour permettre la poursuite des négociations. En effet, il était clair que le fossé entre les parties ne pouvait que se creuser, à moins que l'on puisse justifier le nouveau NDS par l'expérience pratique de navigateurs. Nous avons donc adopté une démarche structurée pour analyser les écarts entre les besoins et le NDS théorique. La GCC compte sur cette démarche pour justifier un système d'aides à la navigation de courte portée qui garantit une navigation sûre sans accroître la complexité de la navigation sur le Saint-Laurent, tout en facilitant le commerce maritime.

Cette recherche est, de fait, une analyse du risque lié à la navigation. Elle s'inspire de l'étude sur le détroit de Canso, qui consistait à évaluer quantitativement le risque en fonction de la disponibilité des aides à la navigation de courte portée. Cette méthode permet d'évaluer le risque d'après les taux historiques d'accidents, en fonction de la configuration d'aides de courte portée et des conséquences (pertes) potentielles associées aux accidents. Mais le modèle Canso ne pouvait être appliqué tel quel au Saint-Laurent : les conditions de navigation y sont trop différentes. Cet outil est donc devenu un préprocesseur de «design minimum de sécurité» (DMS). Plusieurs améliorations y ont été apportées, de sorte que le calcul de la zone minimale de sécurité autour du navire tient désormais compte des conditions particulières dans lesquelles s'effectue la navigation dans une voie navigable. L'outil DMS permet de concevoir une

configuration d'aides à la navigation de courte portée qui soit compatible avec le NDS calculé pour chaque tronçon du fleuve.

Afin que les conclusions de la présente étude trouvent d'emblée preneur auprès de tous les navigateurs et intervenants concernés par la navigation sur le fleuve Saint-Laurent, ces derniers ont contribué, tout au cours du projet, au développement du modèle. Ainsi, le modèle DMS prend en compte leur expérience pratique de la navigation et leur connaissance intime des conditions particulières de navigation sur le fleuve.

Méthodologie

L'application des techniques DMS au processus de prise de décision concernant le NDS des aides à la navigation s'inscrit dans la recherche d'un équilibre entre la sécurité et l'efficacité de la navigation. Pour atteindre cet équilibre, il fallait réunir des données complètes sur les caractéristiques des navires, le fleuve, les conditions climatiques, l'expérience des navigateurs et les facteurs humains.

Les relations entre la largeur du chenal (LC), la manœuvre du navire et la navigation ont été établies à partir du document *Les chenaux d'accès – Guide de conception* de l'Association internationale des ports, des *Lignes directrices sur les manœuvres dans les voies navigables canadiennes* de la GCC et du *Manuel de procédures pour la conception et l'examen des systèmes d'aide à la navigation maritime de courte portée*, également de la GCC. La démarche de conception s'inspire de celle utilisée pour l'étude sur le détroit de Canso, laquelle établissait le rapport de la LC disponible au DMS pour le pire cas de navigation plausible, défini comme ayant une probabilité de se présenter environ une fois tous les 1 000 passages de navires dans le chenal. Le risque est exprimé sous la forme du rapport entre le ratio LC/DMS et la fréquence observée des accidents.

L'équipe de recherche, guidée par les commentaires de pilotes et de navigateurs de métier ayant une connaissance intime du fleuve, a d'abord défini un schéma conceptuel. L'outil DMS a ensuite été configuré et mis à l'essai avec l'appui d'officiers de la GCC et d'experts, ce qui a permis de cerner les conditions particulières de navigation sur le Saint-Laurent. Le tout a mené au développement d'un prototype fonctionnel.

En résumé, le développement de l'outil DMS et l'adaptation de celui-ci aux conditions propres au Saint-Laurent se sont largement inspirés de l'apport de navigateurs de métier. Mais il devra encore être peaufiné pour être pleinement fonctionnel dans toutes les situations. Le fait que le modèle DMS tient compte dans toute la mesure du possible de l'expérience et de l'expertise des pilotes du Saint-Laurent, des navigateurs de la GCC et des capitaines de navires marchands est son atout majeur.

Exigences relatives à la conception

Comparativement à la méthode DMS mise au point pour le détroit de Canso, l'outil DMS dont il est question ici ne peut qu'être plus compliqué, étant donné la plus grande complexité du fleuve; mais il doit en même temps être plus facile à comprendre, tant pour les concepteurs que pour les utilisateurs. Pour ce faire, les chercheurs ont :

- représenté de façon plus détaillée les bonnes pratiques du marin (BPM) relatives à la manœuvre du navire et au positionnement dans un chenal;
- représenté de façon plus détaillée les diverses sections du chenal (p. ex., les courbes, les traverses, les caractéristiques des limites du chenal navigable);
- mis l'accent sur les postulats à la base du modèle DMS et réduit l'affichage des calculs arithmétiques;
- organisé le modèle en une structure hiérarchique, ses divers éléments étant fragmentés en micromodules correspondant à des situations de navigation et des emplacements réels sur le fleuve;
- établi des exigences en matière d'entrée des données qui ne sont pas plus lourdes que celles associées au processus actuel de conception du NDS de la GCC.

Démarche de développement de l'outil DMS – appuyée par les utilisateurs experts

La méthode DMS, illustrée à la figure 1, établit la valeur DMS applicable à la LC, dans une section donnée du fleuve, pendant une période donnée. Cette valeur dépend de divers facteurs, comme le navire de référence et la configuration des aides à la navigation.

La valeur DMS est la largeur de chenal nécessaire pour assurer le passage sécuritaire d'un navire de référence dans une section du fleuve, dans des conditions données, pendant une certaine période. Cette largeur est la somme de trois largeurs indépendantes l'une de l'autre, soit :

- une largeur physique qui englobe la largeur du navire et les dérives dues au vent et au courant;
- une largeur qui pourvoit à la manœuvre du navire suivant un cap souhaité, compte tenu du squat, de la résistance opposée par les glaces flottantes, de la distance aux navires de croisement ou de dépassement et de la distance à la limite du chenal;

- une largeur qui donne une qualité de positionnement. Cette distance prend en compte les aides à la navigation disponibles pendant la période visée, etc.

Le niveau de sécurité de chaque section du fleuve est examiné par rapport à un éventail de pires situations de navigation plausibles.

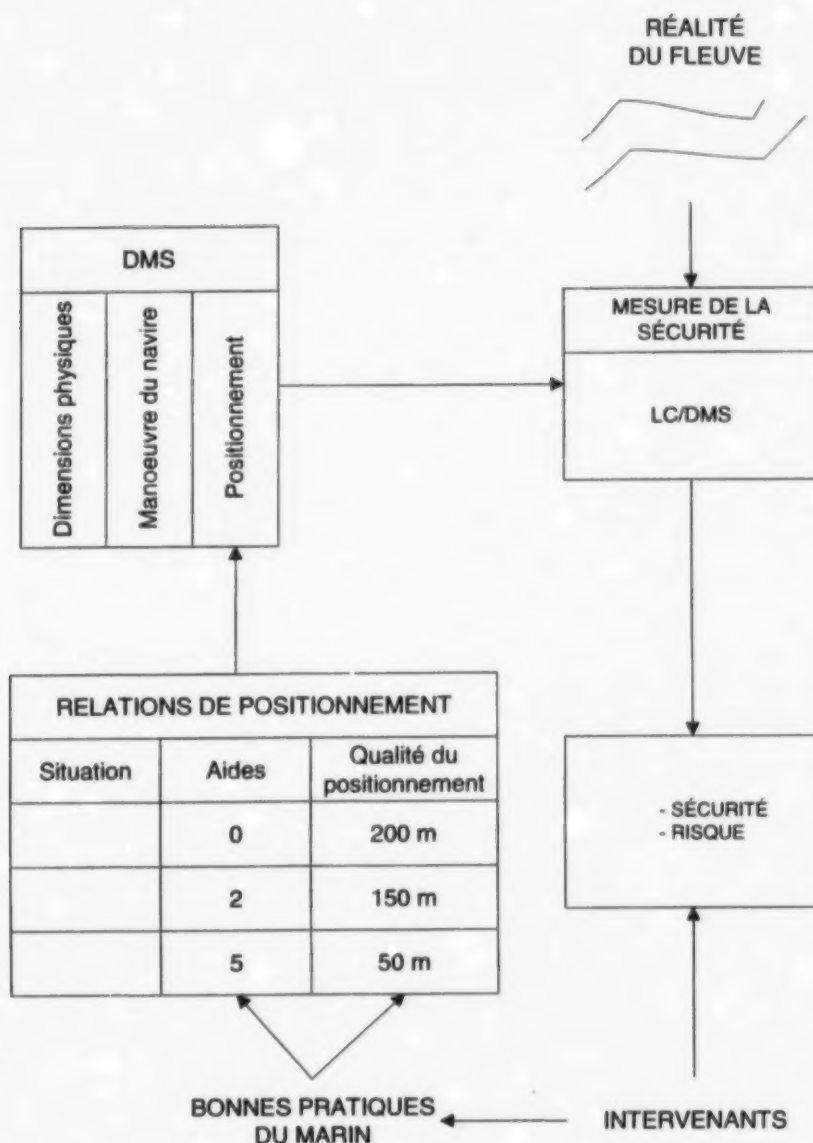


Figure 1. Lien entre les aides à la navigation et le risque tel qu'établi par le préprocesseur DMS

Valeurs DMS

But

Le but ultime de la méthode DMS est d'analyser les effets de modifications aux aides à la navigation sur la sécurité de la navigation sur le fleuve. Ce but est assujéti à l'objectif principal, qui est de réaliser un juste équilibre entre la sécurité et l'efficacité du transport maritime, tout en protégeant l'environnement.

SÉCURITÉ

EFFICIENCE



Validation de la méthode DMS

Le rapprochement des valeurs DMS et LC et des données d'accidents confirme la relation attendue entre le ratio LC/DMS et le taux d'accidents dans les secteurs étudiés (voir la figure 2).

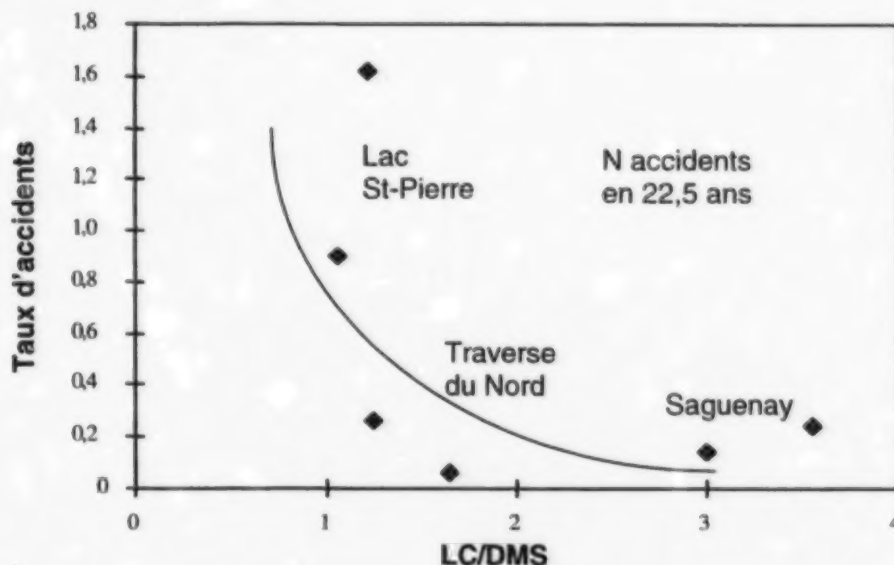


Figure 2. Taux d'accidents en fonction du ratio LC/DMS médian (par point d'appel)

La validation de la méthode DMS à l'aide de données accidentologiques a été restreinte au peu de données disponibles. (Ce qu'il n'y a pas lieu de déplorer, du point de vue de la sécurité maritime). Comme il est peu probable que l'on dispose jamais de données d'accidents suffisantes, la méthode DMS devra continuer de reposer principalement sur les opinions d'experts.

La concordance entre les valeurs produites par la méthode DMS et les pratiques existantes, et l'accueil favorable que lui ont réservé les acteurs du milieu donnent à penser que la méthode DMS constitue un outil rationnel pour évaluer les besoins en matière de sécurité et le niveau du risque sur le fleuve.

Adaptation de l'outil DMS au fleuve Saint-Laurent

Peu de sections du fleuve se sont vu attribuer des valeurs DMS à ce jour. Graduellement, à mesure que l'outil sera utilisé, des valeurs DMS seront assignées à la plupart des sections du fleuve, pour la plupart des conditions de navigation. Le tableau 1 offre une comparaison intéressante des effets de deux configurations d'aides à la navigation. On note que l'enlèvement des aides prévu dans le scénario de l'Association des armateurs du Saint-Laurent (AASL) conduit à une augmentation du risque dans la course de Pointe-du-Lac.

Tableau 1. Comparaison des ratios LC/DMS (trafic bidirectionnel) pour deux configurations d'aides à la navigation dans la courbe de Pointe-du-Lac

Ratio largeur du chenal/DMS				
Numéro de la section	Nom de la section	Aides AASL	Aides en place	Fluctuation
1	R/M C-63	1,40	1,40	
2	Pont Laviolette	0,77	0,77	
3	Pointe-des-Ormes – Saint-François	1,20	1,60	
4	Courbe Nicolet	1,28	1,28	
5	Courbe Pointe-du-Lac	1,06	1,06	
6	Course Pointe-du-Lac	0,89	1,23	-28 %
7	Course Pointe-du-Lac	0,94	1,07	-12 %
8	R/M S-54	0,95	0,95	

Conditions : été, visibilité de 1 NM, deux navires porte-conteneurs

Taux d'accidents

Une analyse détaillée des taux d'accidents maritimes sur le Saint-Laurent a été réalisée. Le tableau 2 présente un sommaire de cette analyse. Voici les grandes lignes qui s'en dégagent :

- sur l'échantillon de 137 accidents analysés dans la région Laurentienne, 30 p. 100 étaient des abordages et 60 p. 100, des échouements;
- la plupart des accidents mettaient en cause des vraquiers et des cargos, suivis de navires-citernes transportant du pétrole ou des produits pétroliers raffinés;
- les taux d'accidents les plus élevés ont été enregistrés dans les secteurs de Grondines et de Pointe-des-Ormes, où on peut s'attendre à un accident (probablement l'échouement d'un vraquier ou d'un cargo) causant de graves dommages tous les cinq ans environ;
- les taux d'accidents sont nettement plus faibles en été qu'en hiver.

Tableau 2. Taux annuels d'accidents par secteur de point d'appel et gravité des dommages

Secteur de point d'appel					Total		Ventilation selon la gravité des dommages ***						
#	Nom	Volume		Longueur (NM, arrondis)	NM parcours N navires x NM réels)	Accidents (N en 22,5 ans)	Taux d'accidents annuel*	Graves		Moyens		Légers	
		de trafic annuel (95/96)**						N en 22,5 ans	TAUX annuel*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*
5	LES ESCOUMINS	4 857		17	81 112	3	0,16	0	0,00	0	0,00	3	0,16
6	HAUT-FOND PRINCE	4 928		13	65 542	2	0,14	2	0,14	0	0,00	0	0,00
7	ÎLE BLANCHE	4 871		11	55 042	3	0,24	0	0,00	2	0,16	1	0,08
0	CAP-AU-SAUMON	4 849		19	90 676	1	0,05	1	0,05	0	0,00	0	0,00
8	CAP-AUX OIES	4 876		21	102 396	1	0,04	0	0,00	0	0,00	1	0,04
9	GRAND-POINT	4 866		16	77 856	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	CAP BRÛLÉ	4 869		14	69 627	4	0,26	2	0,13	0	0,00	2	0,13
11	SAINT-LAURENT	4 923		16	78 768	1	0,06	0	0,00	0	0,00	1	0,06
13	QUÉBEC	4 488		10	44 431	23	2,30	1	0,10	7	0,70	10	1,00
14	SAINT-AUGUSTIN	4 535		12	53 967	8	0,66	4	0,33	3	0,25	1	0,08
15	DONNACONA	4 535		14	62 130	6	0,43	0	0,00	2	0,14	3	0,21
16	GRONDINES	4 538		14	61 263	17	1,23	5	0,36	3	0,22	8	0,58
17	BATISCAN	4 557		16	72 912	13	0,79	2	0,12	1	0,06	10	0,61
19	POINTE-DES-ORMES	4 321		15	63 087	23	1,62	5	0,35	7	0,49	9	0,63
20	YAMACHICHE	4 354		10	44 411	9	0,90	2	0,20	4	0,40	3	0,30
21	ÎLE DES BARQUES	4 357		14	62 305	11	0,78	0	0,00	2	0,14	7	0,50
22	TRACY	4 080		12	50 592	4	0,35	0	0,00	0	0,00	4	0,35
24	CAP SAINT-MICHEL	4 179		11	45 969	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	MONTREAL EST	4 424		9	38 046	8	0,93	2	0,23	0	0,00	5	0,58
Total					1 220 132	137	0,50	26		31		68	
TYPE D'INCIDENT													
Abordages													
Échouements						41		4		18		12	
Talonnages						80		21		6		49	
						16		1		7		7	
Moyenne							0,58		0,11		0,14		0,28
Écart type							0,62		0,13		0,20		0,29
Moyenne + 1 ET							1,20		0,24		0,34		0,57

* p. ex., pour Les Escoumins : $4\ 857 \times 16,7 = 81\ 112$ milles-navires par année. $3/22,5 = 0,13$ accident par année ou par 81 112 NM, ou 16 accidents par 100 000 NM parcours. Données couvrant la période du 20-1-1975 au 7-7-1997.

** Comprend tous les navires marchands sauf les traversiers, pendant une année (1995-1996).

*** Sur les 137 dossiers d'accidents, 9 p. 100 indiquent «inconnus» pour la gravité des dommages. Ces dossiers sont compris dans le grand total seulement. Les taux d'accidents qui dépassent de plus d'un écart-type (ET) la moyenne sont indiqués en caractères gras.

Analyse des conséquences

L'analyse des conséquences a porté sur les pires issues plausibles d'un accident maritime sur le fleuve Saint-Laurent. Pour déterminer la nature et la fréquence des cargaisons transportées, les chercheurs ont consulté la base de données de 1996 du système DADS (*Data Archive and Distribution System*). Au premier coup d'œil, ils ont constaté que la liste des produits dangereux transportés comprenait de nombreux produits pétrochimiques, regroupés en 71 catégories. Le mazout brut figurait en onzième place sur la liste (établie selon la fréquence des cargaisons) avec 92 cargaisons, l'essence suivant au douzième rang, avec 87 cargaisons. Ces deux produits ont été retenus aux fins d'une étude portant sur un scénario de déversement et un scénario d'incendie/explosion, ayant tous deux pour théâtre le lac Saint-Pierre.

Scénario de déversement de pétrole

Un pétrolier transportant du mazout brut entre en collision avec un autre navire dans la courbe de Pointe-du-Lac, dans le lac Saint-Pierre. S'ensuit le déversement de 1 350 m³ de mazout, qui entraîne des répercussions de plusieurs ordres sur le littoral (voir la figure 3).

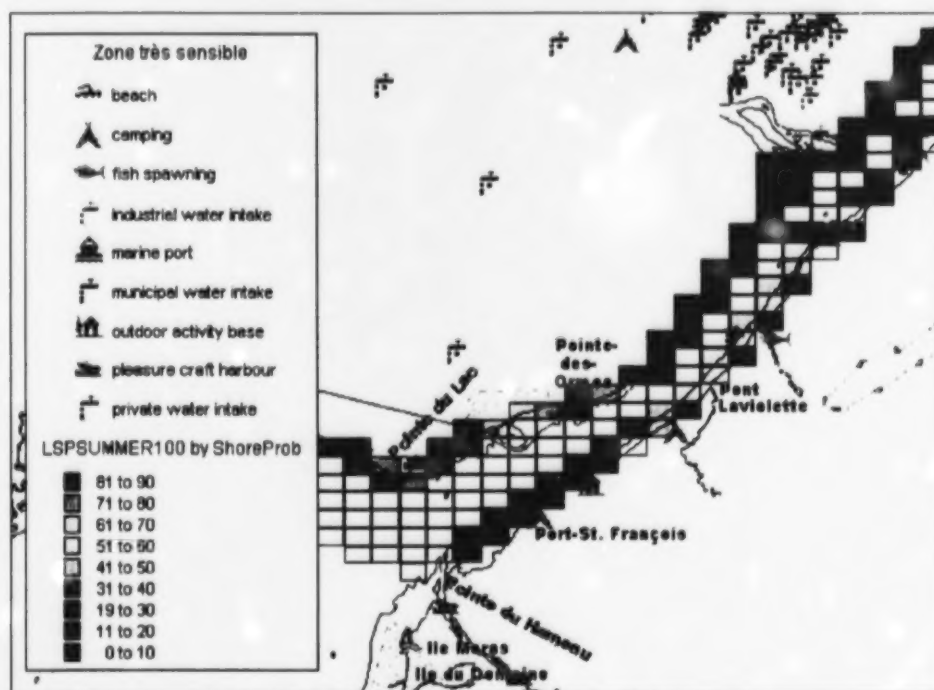


Figure 3. Impacts sur le littoral – Vents de septembre

On a évalué la gravité des conséquences associées à une marée noire dans le lac Saint-Pierre en établissant la probabilité d'un déversement de 1 350 m³ de pétrole, lors d'une collision. Cette probabilité est de 0,013. Ainsi, la probabilité annuelle d'un déversement correspond à la probabilité annuelle d'une collision mettant en cause un pétrolier (0,054), multipliée par la probabilité conditionnelle d'un déversement (0,013). De là, on peut s'attendre à un déversement d'importance moyenne une fois tous les 1 428 ans, soit 0,0007 fois par année. (Nota : Cette estimation ne vaut que pour le secteur de Pointe-des-Ormes.)

Les coûts de nettoyage et autres réparations civiles atteindraient vraisemblablement le niveau prédit par la catégorie maximale du modèle de coûts de déversement défini lors de l'*Analyse des risques inhérents à la navigation arctique*, soit 1 700 000 \$. Les coûts de nettoyage du fleuve et des berges s'élèveraient à 13,9 millions \$; les amendes pour les torts à l'environnement pourraient atteindre le maximum, soit 1 million \$; enfin, les dommages causés au navire, la perte de la cargaison et les pertes d'entreprise pourraient dépasser 5 millions \$. Cela porte le coût d'un seul déversement de 1 350 m³ de pétrole à 22,2 millions \$. Ainsi, le coût annuel d'un déversement de pétrole dans le secteur Pointe-des-Ormes s'élève à 15 580 \$; mais à eux seuls, les coûts des dommages causés au navire par des collisions seraient engagés tous les trois ans et ceux-ci pourraient atteindre 5,6 millions \$ par incident, ou 2 millions \$ par année.

Scénario d'incendie/explosion d'essence

Un navire transporteur de produits raffinés chargé d'essence entre en collision avec un autre navire près du port de Trois-Rivières, alors qu'il se trouve dans la course de Pointe-des-Ormes, laissant fuir 1 350 m³ d'essence.

Le logiciel de modélisation des conséquences a été utilisé pour évaluer les effets d'un déversement d'essence. Le programme calcule et affiche les données d'un déversement de vrac liquide et les conséquences de celui-ci, selon diverses issues possibles, en fonction du produit considéré. Dans le cas de l'essence, on compte trois grandes issues possibles : un feu en nappe, un embrasement éclair et une explosion. Pour chaque scénario, le programme délimite une zone d'impact, qui englobe des installations industrielles et des infrastructures portuaires dans le port de Trois-Rivières. Parmi les diverses cartes ainsi produites, on a retenu celle correspondant au panache d'un embrasement éclair, afin de montrer la portée de l'impact potentiel de la pire éventualité plausible (voir la figure 4). Les embrasements éclair détruisent en effet tout ce qui se situe à l'intérieur du panache.

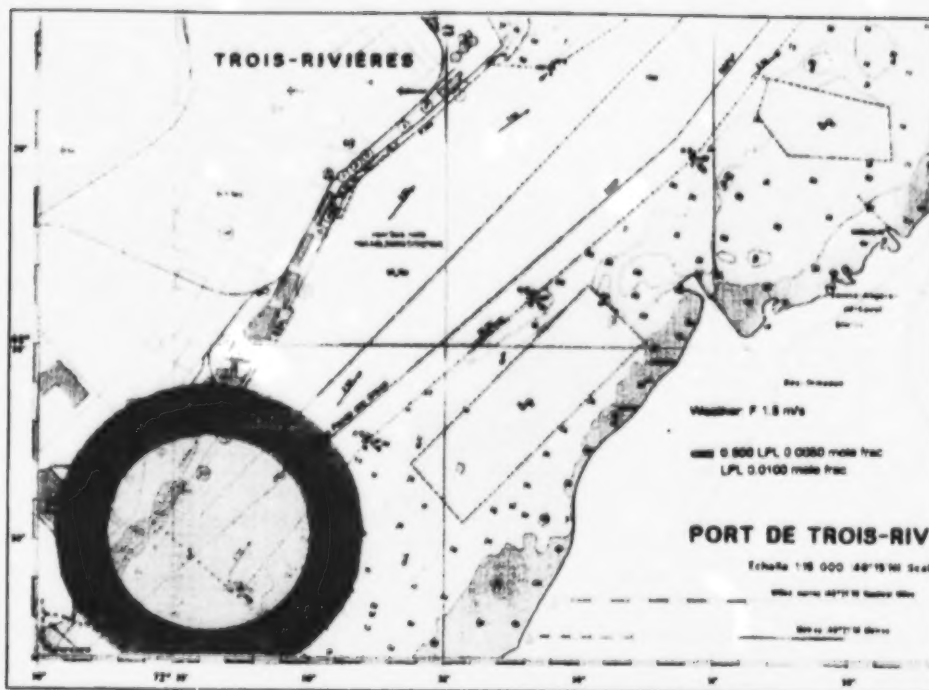


Figure 4. Panache d'un embrasement éclair

Conclusions

- La méthode et les valeurs DMS découlent directement des pratiques de navigation en vigueur. Cela, et l'accueil favorable reçu des acteurs du milieu (tant du gouvernement que de l'industrie), donne à penser que la méthode DMS est un outil rationnel pour évaluer les besoins en matière de sécurité et le niveau du risque sur le fleuve.
- Il est toujours possible d'incorporer d'autres causes d'accidents à l'outil DMS, pour autant qu'elles soient étayées par des données. L'outil permet en outre de prendre en compte d'autres mesures visant à assurer la sécurité de la navigation, comme un système de positionnement global différentiel (DGPS), le Système électronique de visualisation des cartes marines (SEVCM) et les Services de communication et de trafic maritimes (SCTM).
- La fréquence des collisions entre des navires en transit dans le secteur de Pointe-des-Ormes a été établie à 8 en 22,5 ans, soit une probabilité de 0,36 par année. Il y a 15 p. 100 de chances (40/259) que ces navires transportent du pétrole ou des produits raffinés.

- Le risque de collision impliquant un pétrolier a été analysé, de façon à établir les coûts d'un des nombreux scénarios de risque possibles. Si le coût associé à un déversement de pétrole est de 22,2 millions \$, le coût annuel d'un tel accident dans le secteur de Pointe-des-Ormes est de 15 580 \$; mais les coûts des dommages causés au navire par les collisions seraient engagés tous les trois ans, et le coût pourrait alors atteindre 5,6 millions \$ par incident ou 2 millions \$ par année.
- L'outil DMS a servi à cerner l'effet de divers facteurs (type de navire, conditions de navigation, configuration d'aides à la navigation) sur la sûreté de la navigation sur la portion du Saint-Laurent comprise dans la région Laurentienne. La modification du NDS associé aux aides à la navigation proposée par l'AASL influera à coup sûr sur la sécurité de la navigation sur le fleuve et sur le coût des conséquences potentielles d'incidents. Par exemple, un scénario mettant en scène deux porte-conteneurs naviguant l'été, en conditions de visibilité restreinte dans la course de Pointe-du-Lac a révélé un risque de 28 p. 100 supérieur à celui auquel ils sont exposés avec le NDS actuel.

Recommandations

- L'outil DMS sera distribué aux membres de l'atelier, à qui il sera demandé d'en faire un examen approfondi et de noter tous les changements apportés, de sorte que les relations de positionnement puissent être modifiées pour refléter les avis d'experts.
- Comme les valeurs produites par l'outil DMS pour les trois secteurs étudiés ont révélé une fluctuation du risque en fonction du NDS associé aux aides à la navigation, toute modification des aides à la navigation ou des services de pilotage devrait s'appuyer sur une analyse de la section de voie navigable à l'aide de l'outil DMS.
- L'équipe de chercheurs devrait entreprendre une étude concertée avec la GCC sur l'effet des aides à la navigation électroniques, comme le DGPS et le SEVCM, sur l'élément «qualité de positionnement» de l'outil DMS.
- L'outil DMS et le Système de navigation maritime de sécurité (SNMS) devraient être utilisés pour évaluer les coûts des conséquences potentielles d'un incident sur une section du fleuve, pour ensuite comparer ces coûts avec ceux correspondant à la fourniture de divers NDS d'aides à la navigation.
- Il est recommandé que la GCC poursuive le développement du modèle et obtienne d'autres avis d'experts concernant d'autres tronçons du fleuve. La méthode DMS a été l'objet d'une validation limitée, en raison du peu de données disponibles. Comme il est peu vraisemblable que l'on disposera

jamais de données accidentologiques suffisantes, on devra continuer de s'en remettre aux opinions d'experts pour perfectionner la méthode DMS et la rendre applicable à différentes voies navigables.



Table des matières

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	CONTEXTE.....	1
1.2	MÉTHODOLOGIE	2
1.3	OBJECTIF	3
2	EXIGENCES	5
2.1	EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION.....	5
3	EXPOSÉ DE LA MÉTHODE DMS.....	7
3.1	CADRE THÉORIQUE ET POLITIQUE	7
3.2	STRUCTURE DE LA MÉTHODE DMS ET ACCEPTATION DE CELLE-CI PAR LES INTERVENANTS DU MILIEU	9
3.3	RELATIONS SOUS-TENDANT LA DMS.....	12
4	PROCESSUS DMS D'ANALYSE OU DE CONCEPTION D'UN CHENAL.....	15
5	RELATIONS FONCTIONNELLES DE POSITIONNEMENT.....	17
5.1	ANALYSE DE LA PRÉCISION DE POSITIONNEMENT EN FONCTION DE LA CONFIGURATION D'AIDES À LA NAVIGATION	17
5.2	ÉLABORATION DE TABLES DE RELATIONS DE POSITIONNEMENT ET DE PRÉCISION DE POSITIONNEMENT	19
5.2.1	<i>Contexte</i>	19
5.2.2	<i>Processus</i>	20
6	DERNIÈRE ÉTAPE DU PROCESSUS DMS : NIVEAU DE SERVICE GLOBAL.....	25
6.1	NIVEAU DE SERVICE.....	25
6.2	LE RISQUE	25
7	ANALYSE ACCIDENTOLOGIQUE.....	27
7.1	SOMMAIRE.....	27
7.1.1	<i>Portée</i>	27
7.1.2	<i>Taux d'accidents</i>	28
7.1.3	<i>Validation de la méthode DMS</i>	28
7.2	OBJECTIF	28
7.3	MÉTHODOLOGIE	29
7.3.1	<i>Résumé de la démarche</i>	29
7.4	RÉSULTATS	32
8	ANALYSE DES CONSÉQUENCES	39
8.1	MODÉLISATION D'UN DÉVERSEMENT DE PÉTROLE	39
8.1.1	<i>Résultats – Mazoutage du littoral</i>	42
8.1.2	<i>Estimation des coûts réels</i>	44

8.2	MODÉLISATION D'UN INCENDIE/D'UNE EXPLOSION D'ESSENCE	48
8.2.1	<i>Modélisation du scénario.....</i>	48
8.2.2	<i>Résultats – Incendie/Explosion</i>	49
9	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	53
9.1	OUTIL DMS	53
9.2	ANALYSE DU RISQUE	53
9.3	RECOMMANDATIONS	54
	RÉFÉRENCES.....	57
	ANNEXE A : ANALYSE ACCIDENTOLOGIQUE	
	ANNEXE B : TABLEAUX ET FIGURES DE TRAVAIL	
	ANNEXE C : CARTES DE PLANIFICATION DES CROISEMENTS	
	ANNEXE D : VALEURS SELON LES NDS ASSOCIÉS AUX AIDES À LA NAVIGATION CLASSIQUES	
	ANNEXE E : CONFIGURATIONS D'AIDES À LA NAVIGATION	
	ANNEXE F : OUTILS GRAPHIQUES DMS	

Liste des figures

Figure 1	Approche DMS.....	10
Figure 2	Structure de base de l'analyse DMS.....	11
Figure 3	Lien entre les aides à la navigation et le risque tel qu'établi par le préprocesseur DMS	
Figure 4	Procédure associée à la méthode DMS.....	16
Figure 5	Analyse de la qualité de positionnement.....	19
Figure 6	Processus d'élaboration des tables de positionnement	22
Figure 7	Secteurs étudiés : Saguenay, Traverse du Nord, Lac Saint-Pierre	27
Figure 8	Les étapes de la sélection des données (version du 22 octobre 1998)	31
Figure 9	Taux d'accidents en fonction du ratio LC/DMS médian (par point d'appel)	35
Figure 10	Points d'échouement et LC/DMS	36
Figure 11	Impacts sur le littoral – Vents de septembre	40
Figure 12	Impacts sur le littoral – Vents de février	41
Figure 13	Impacts sur le littoral – Vents de mai	41
Figure 14	Paramètres du modèle de coûts de déversement	45
Figure 15	Sortie du modèle de coûts de déversement.....	46
Figure 16	Panache d'un embrasement éclair	50
Figure 17	Portée du rayonnement thermique d'un feu en nappe.....	51
Figure 18	Suppression d'explosion à allumage différé	51

Liste des tableaux

Tableau 1	Facteurs de conception ventilés par sous-élément DMS	13
Tableau 2	Exemple de table de relations de positionnement	23
Tableau 3	Comparaison des ratios LC/DMS (trafic bidirectionnel) pour deux configurations d'aides à la navigation dans la courbe de Pointe-du-Lac.....	30
Tableau 4	Navires marchands sélectionnés, par type d'accident	32
Tableau 5	Taux annuels d'accidents par secteur de point d'appel et gravité des dommages.....	34
Tableau 6	Comparaison des valeurs LC/DMS et des taux d'accidents par point d'appel (trafic bidirectionnel)	35
Tableau 7	Probabilité de mazoutage du littoral, par récepteur de risque.....	42
Tableau 8	Probabilité de déversement de pétrole	54

Glossaire

BPM	Bonnes pratiques du marin (d'après les navigateurs utilisant l'outil DMS)
DADS	Data Archive and Distribution System
DMS	Design minimum de sécurité pour une période donnée et pour une situation particulière de «pire éventualité plausible»
NDS	Niveau de service de la GCC
Passage	Ensemble de tronçons ou de sections à analyser
PDA	Point d'appel
Période	Une des six périodes soumises à l'analyse : hiver, bonne visibilité*, jour hiver, bonne visibilité*, nuit hiver, visibilité restreinte été, bonne visibilité, jour été, bonne visibilité, nuit été, visibilité restreinte
Pire éventualité	Pour le pilotage, p. ex., hiver, glaces, vent du sud-est
R/M (A/C)	Route modifiée (Alteration of course)
SCTM	Services de communication et de trafic maritimes
Section	Trajectoire unique (courbe ou rectiligne)

*Nota : La visibilité est qualifiée de bonne ou restreinte selon les critères du *Guide d'évaluation préliminaire des menaces* publié par la GCC. Cette caractérisation dépend du type de navire et de sa position.

1 Introduction

1.1 Contexte

Le programme de modernisation des aides à la navigation de courte portée a été lancé à l'automne 1996, dans la foulée de fortes pressions visant à réduire les dépenses de la Garde côtière canadienne (GCC). Diverses mesures ont alors été envisagées pour diminuer les coûts, dont une révision des niveaux de service (NDS) associés aux aides à la navigation conventionnelles. Ainsi, la disponibilité des aides à la navigation de courte portée pour le pire mois de l'année est passée de 85 p. 100 à 75 p. 100.

En 1994 et 1995, des intervenants du milieu maritime, des armateurs et des pilotes rencontraient la GCC pour lui faire part des résultats de leurs propres études concernant les aides à la navigation qu'il conviendrait d'enlever ou de modifier, dans la région Laurentienne. Une première analyse des niveaux de service a alors été entreprise, afin d'évaluer la pertinence des changements proposés par chaque intervenant. Étant donné le contexte (ressources financières limitées, récupération partielle des coûts auprès des utilisateurs), une divergence de vue majeure s'est manifestée. En effet, tandis que l'Association des armateurs canadiens et l'Association des armateurs du Saint-Laurent donnaient leur accord au retrait de 44 p. 100 des bouées lumineuses commerciales, la Corporation des pilotes du Saint-Laurent Central et la Corporation des pilotes du Bas-Saint-Laurent proposaient de n'en retirer que 12,5 p. 100.

Cette divergence était trop profonde pour permettre la poursuite des négociations. En effet, il était clair que le fossé entre les parties ne pouvait que se creuser, à moins que l'on puisse justifier le nouveau NDS par l'expérience pratique de navigateurs. Nous avons donc adopté une démarche structurée pour analyser les écarts entre les besoins et le NDS théorique. La GCC compte sur cette démarche pour justifier un système d'aides à la navigation de courte portée qui garantit une navigation sûre sans accroître la complexité de la navigation sur le Saint-Laurent, tout en facilitant le commerce maritime.

Cette recherche est, de fait, une analyse du risque lié à la navigation. Elle s'inspire de l'étude sur le détroit de Canso, qui consistait à évaluer quantitativement le risque en fonction de la disponibilité des aides à la navigation de courte portée. Cette méthode permet d'évaluer le risque d'après les taux historiques d'accidents, en fonction de la configuration d'aides de courte portée et des conséquences (pertes) potentielles associées aux accidents. Mais le modèle Canso ne pouvait être appliqué tel quel au Saint-Laurent : les conditions de navigation y sont trop différentes. Cet outil est donc devenu un préprocesseur de «design minimum de sécurité» (DMS). Plusieurs améliorations y ont été apportées, de sorte que le calcul de la zone minimale de sécurité autour du navire tient désormais compte des conditions particulières dans lesquelles s'effectue la navigation dans une voie navigable. L'outil DMS permet de concevoir une configuration d'aides à la

navigation de courte portée qui soit compatible avec le NDS calculé pour chaque tronçon du fleuve.

Afin que les conclusions de la présente étude trouvent d'emblée preneur auprès de tous les navigateurs et intervenants concernés par la navigation sur le Saint-Laurent, ces derniers ont contribué, tout au cours du projet, au développement du modèle. Ainsi, le modèle DMS prend en compte leur expérience pratique de la navigation et leur connaissance intime des conditions particulières de navigation sur le fleuve.

1.2 Méthodologie

L'application des techniques DMS au processus de prise de décision concernant le NDS des aides à la navigation s'inscrit dans la recherche d'un équilibre entre la sécurité et l'efficacité de la navigation. Pour atteindre cet équilibre, il fallait réunir des données complètes sur les caractéristiques des navires, le fleuve, les conditions climatiques, l'expérience des navigateurs et les facteurs humains.

Les relations entre la largeur du chenal (LC), la manœuvre du navire et la navigation ont été établies à partir du document *Les chenaux d'accès – Guide de conception* de l'Association internationale des ports, des *Lignes directrices sur les manœuvres dans les voies navigables canadiennes* de la GCC et du *Manuel de procédures pour la conception et l'examen des systèmes d'aide à la navigation maritime de courte portée*, également de la GCC. La démarche de conception s'inspire de celle utilisée pour l'étude sur le détroit de Canso, laquelle établissait le rapport de la LC disponible au DMS pour le pire cas de navigation plausible, défini comme ayant une probabilité de se présenter environ une fois tous les 1 000 passages de navires dans le chenal. Le risque est exprimé sous la forme du rapport entre le ratio LC/DMS et la fréquence observée des accidents.

S'étendant sur plus de 400 milles marins entre Les Escoumins et Kingston, la Voie maritime du Saint-Laurent compte parmi les voies navigables les plus difficiles au monde. Elle exige de nombreux changements de cap et se caractérise notamment par des conditions de glaces extrêmes en hiver, un trafic intense ainsi que des chenaux restreints et de profondeur limitée.

Cette étude a consisté en une analyse du risque dans trois secteurs : le lac Saint-Pierre, la Traverse du Nord et l'entrée du Saguenay. Ces secteurs posent des défis uniques aux navigateurs, aussi bien en hiver qu'en été, et constituent donc d'excellents sites d'essai pour le développement du préprocesseur DMS. Qu'il suffise de mentionner, à titre d'exemples, le «s» que dessinent les courbes de Pointe-du-Lac et de Nicolet, et le passage du pont Laviolette, dans le secteur du lac Saint-Pierre; et les glaces flottantes ainsi que les courants latéraux à proximité de la bouée K108 de la Traverse du Nord.

L'équipe de recherche, guidée par les commentaires de pilotes et de navigateurs de métier ayant une connaissance intime du fleuve, a d'abord défini un schéma conceptuel. L'outil DMS a ensuite été configuré et mis à l'essai avec l'appui d'officiers de la GCC et d'experts, ce qui a permis de cerner les conditions particulières de navigation des trois secteurs étudiés. Le tout a mené au développement d'un prototype fonctionnel et à l'établissement de plusieurs relations, qu'il a fallu examiner attentivement et soumettre aux experts :

- manœuvre du navire et comportement du navire dans les glaces;
- manœuvre du navire et type de navire;
- techniques de positionnement.

En résumé, le développement de l'outil DMS et l'adaptation de celui-ci aux conditions propres au Saint-Laurent se sont largement inspirés de l'apport de navigateurs de métier. Mais il devra encore être peaufiné pour être pleinement fonctionnel dans toutes les situations. Le fait que le modèle DMS tient compte dans toute la mesure du possible de l'expérience et de l'expertise des pilotes du Saint-Laurent, des navigateurs de la GCC et des capitaines de navires marchands est son atout majeur.

1.3 Objectif

L'étude visait la mise au point d'un outil de conception fondée sur le risque avec l'aide d'utilisateurs experts (pilotes, capitaines). L'application des techniques DMS au processus de prise de décision concernant le NDS associé aux aides à la navigation s'inscrit dans la recherche d'un juste équilibre entre la sécurité et l'efficacité de la navigation. Pour atteindre cet équilibre, il fallait réunir des données complètes sur les caractéristiques des navires, le fleuve, les conditions climatiques, l'expérience des navigateurs et les facteurs humains, les données historiques relatives aux accidents et les récepteurs de risque en jeu.

Le but, en développant l'outil DMS, était d'évaluer l'applicabilité du préprocesseur 99,9 % à la navigation sur le fleuve Saint-Laurent et d'étudier les modifications à apporter au modèle pour l'adapter aux scénarios de navigation propres au Saint-Laurent et pour qu'il prenne en compte les paramètres suivants :

- la pilotabilité du navire, compte tenu : du type de navire, de sa vitesse, de son déplacement, de son tirant d'eau, de son franc-bord, de sa prise au vent, de la profondeur d'eau sous quille, y compris des effets de marée, du niveau d'eau et des courants;
- la largeur du chenal navigable, les matériaux constituant le fond, le squat, les courbes et les mouillages;

- les facteurs environnementaux, y compris les courants (de face, latéraux et arrière), les vents, la visibilité, les glaces, la navigation de jour/de nuit, d'hiver/d'été;
- les facteurs humains – expérience pratique de la navigation (années d'expérience, pilotage et Services de communication et de trafic maritimes);
- le trafic (unidirectionnel ou bidirectionnel);
- l'effet de certaines aides à la navigation de courte portée et la configuration de l'ensemble des aides dans le tronçon étudié;
- le type de cargaison transportée (p. ex., marchandises, lest, conteneurs).

2 Exigences

2.1 Exigences relatives à la conception

Comparativement à la méthode DMS mise au point pour le détroit de Canso, l'outil DMS dont il est question ici ne peut qu'être plus compliqué, étant donné la plus grande complexité du fleuve; mais il doit en même temps être plus facile à comprendre, tant pour les concepteurs que pour les utilisateurs. Pour ce faire, les chercheurs ont :

- représenté de façon plus détaillée les bonnes pratiques du marin (BPM) relatives à la manœuvre du navire et au positionnement dans un chenal;
- représenté de façon plus détaillée les diverses sections du chenal (p. ex., les courbes, les traverses, les caractéristiques des limites du chenal navigable) sur le fleuve Saint-Laurent;
- mis l'accent sur les postulats à la base du modèle DMS et réduit l'affichage des calculs arithmétiques;
- organisé le modèle en une structure hiérarchique, ses divers éléments étant fragmentés en micromodules correspondant à des situations de navigation et des emplacements réels sur le fleuve;
- établi des exigences en matière d'entrée des données qui ne sont pas plus lourdes que celles associées au processus actuel de conception du NDS de la GCC.

3 Exposé de la méthode DMS

La méthode DMS est étroitement liée aux travaux effectués par l'Association internationale permanente des congrès de navigation (AIPCN) (1), l'Association internationale de signalisation maritime (AISM) (2) et la GCC (3), et à la méthode utilisée par la United States Coast Guard (USCG) (4). Cela permet de valider les relations de base sur lesquelles s'appuie la méthode en les confrontant à d'autres outils reconnus et aux pratiques en vigueur.

Pour comprendre la méthode DMS, il faut la situer dans trois contextes :

- le cadre théorique et politique : pour les décisions concernant le chenal et le niveau de service;
- la structure de la méthode DMS et son acceptation par les intervenants du milieu en tant que représentation valide des besoins en matière de balisage du chenal;
- l'établissement de relations détaillées entre l'effet de squat, le comportement des navires en virage, les effets des marées et des courants et d'autres facteurs liés à la navigation influant sur le mouvement et la sécurité des navires, et l'attribution de valeurs à ces paramètres.

Ces points sont examinés tour à tour ci-après.

3.1 Cadre théorique et politique

Pour les besoins du présent document, l'environnement théorique et politique dans lequel s'inscrit la méthode DMS peut se définir par les énoncés et postulats ci-après :

- Le chenal du Saint-Laurent doit être conçu en fonction de navires de référence satisfaisant aux critères limites de navigation dans cette voie, compte tenu des contraintes naturelles du fleuve, et en particulier de sa profondeur.
- Les répercussions sur le risque des moindres modifications aux aides à la navigation, ou à la LC, doivent être prises en compte, de sorte que les décideurs et les intervenants puissent faire l'arbitrage entre le changement du niveau de risque et les coûts associés à ce changement (p. ex., les coûts de mise en place des aides par rapport aux coûts des conséquences d'incidents évités, comme le nettoyage d'une marée noire). Il est admis que pour évaluer les modifications du niveau de risque, il faudra s'en remettre autant aux avis d'experts qu'à des analyses scientifiques.

- La méthode DMS doit être validée par des consultations avec les intervenants. Ces échanges doivent porter sur des situations «réelles» mettant en jeu des navires de référence donnés, naviguant sur des sections précises du fleuve, pendant des périodes précises de l'année, selon des procédures de passerelle types. La méthode DMS doit en outre représenter un mécanisme efficace de communication du risque.
- Le chenal conçu par la méthode DMS offre la largeur minimale acceptable par les intervenants du milieu, dans les conditions précisées, compte tenu des règles de route. Cette acceptabilité se fonde sur «la pire éventualité plausible» (ou probable) qui, de manière générale, survient une fois tous les 1 000 passages de navires dans le chenal, et non sur la pire éventualité imaginable ou possible. Quant à l'acceptabilité par les intervenants, elle repose sur la compatibilité avec l'expérience pratique du marin ou les bonnes pratiques du marin (BPM).
- On prévoit que certaines règles de navigation pourraient avoir pour effet de déclarer le chenal «fermé» ou «ouvert avec restrictions» au trafic bidirectionnel, voire au trafic unidirectionnel, dans certaines conditions et situations précises (p. ex. glaces, vents, visibilité restreinte, faible profondeur).
- La méthode DMS doit être logique et facile à comprendre, s'inscrire dans un cadre rationnel et pouvoir intégrer facilement les technologies nouvelles et émergentes. Son développement doit s'appuyer sur une démarche scientifique. La démarche fondamentale associée à la méthode DMS devrait toujours être la même, quels que soient les changements pouvant survenir dans le contexte théorique et politique.
- La variation de la LC/DMS en différents endroits sur le fleuve devrait normalement correspondre à la variation de la fréquence historique des accidents observée à chacun de ces endroits. Elle devrait également refléter les différentes saisons de l'année, le moment du jour, ou de la nuit, et les conditions de visibilité (bonne ou restreinte). Cela est de nature à susciter la confiance à l'égard de la méthode.
- Les grandes décisions (fondées sur l'expérience et les conditions de navigation) qu'ont à prendre les navigateurs et la GCC (Services à la navigation maritime, Services de communication et de trafic maritimes) ayant trait au Saint-Laurent se limitent à ce qui suit : vitesse des navires, trafic unidirectionnel ou bidirectionnel; conditions interdisant la navigation (*no go*), dragage du chenal, navires autorisés, nombre de pilotes nécessaires, aides à la navigation nécessaires et fourniture d'aides à la navigation.

- Étant donné la complexité inhérente au fleuve, la rapidité avec laquelle les décisions doivent être prises pour garantir le passage sécuritaire des navires, et les conséquences d'un accident, il est posé comme principe que les navigateurs experts doivent contribuer au développement de l'outil DMS.
- Ces énoncés et postulats pourront être modifiés ou étayés à la lumière de documents de référence et de l'expérience des experts.

3.2 Structure de la méthode DMS et acceptation de celle-ci par les intervenants du milieu

La démarche à la base de la méthode DMS est illustrée à la figure 1. Le cadre «politique» – soit les grandes questions de principe, comme la largeur de chenal dragué, les aides à la navigation, les besoins en matière d'aides à la navigation et les règles de route – est le moteur du développement de la méthode, conçue essentiellement pour fournir une information utile aux décideurs.

La «réalité du fleuve» est la pierre angulaire de la démarche illustrée à la figure 1. Les sections du chenal, les périodes (hiver/été; bonne/mauvaise visibilité, jour/nuit), le choix du (des) navire(s) de référence, les caractéristiques du fleuve et la fréquence historique des accidents se combinent pour produire une description réaliste et détaillée du chenal de navigation. Cette description est essentielle, car la détermination du risque et la mise en place de mesures d'atténuation dépendent dans une large mesure de la connaissance des particularités locales et de l'expérience des marins. Sans une description détaillée et réaliste du chenal, il n'est pas possible d'obtenir un apport utile des intervenants et d'évaluer des politiques de rechange.

L'apport des intervenants (GCC, pilotes, armateurs, autorités portuaires, etc.) est essentiel à l'application de la méthode DMS, compte tenu du peu de données dont on dispose pour soumettre à une analyse scientifique. Cet apport est nécessaire à plusieurs égards, notamment pour bien caractériser le chenal, établir la validité rationnelle de la méthode DMS, étayer les relations qui la sous-tendent, attester la vraisemblance des valeurs DMS calculées, et confirmer les estimations du risque relatif établies pour différentes sections et périodes.

Comme l'indique la figure 1, la méthode DMS établit la largeur du chenal correspondant au «design minimum de sécurité», pour des périodes et des sections données. Ce design (ou distance) de sécurité dépend du navire de référence, des aides à la navigation en place, etc. Le ratio LC/DMS est comparé à la fréquence des accidents observée pour chaque période et section de navigation; on peut cependant penser qu'il faudra, dans la mesure du possible, regrouper les données se rapportant à plusieurs sections, voire à plusieurs

périodes, pour obtenir une comparaison valide sur le plan statistique et pour élaborer des relations déterminantes entre le ratio LC/DMS et le risque.

Lorsque la méthode DMS sera jugée satisfaisante par les intervenants, elle pourra servir à mesurer les fluctuations du niveau de risque associées à différentes politiques concernant les aides à la navigation. Il importe ici de souligner que la mise en rapport des valeurs DMS et LC peut aboutir à trois résultats en ce qui concerne un navire donné :

- le trafic bidirectionnel est acceptable dans la section pendant la période précisée;
- seul le trafic unidirectionnel est acceptable dans la section pendant la période précisée;
- la section et la période précisées ne sont pas disponibles pour la navigation.

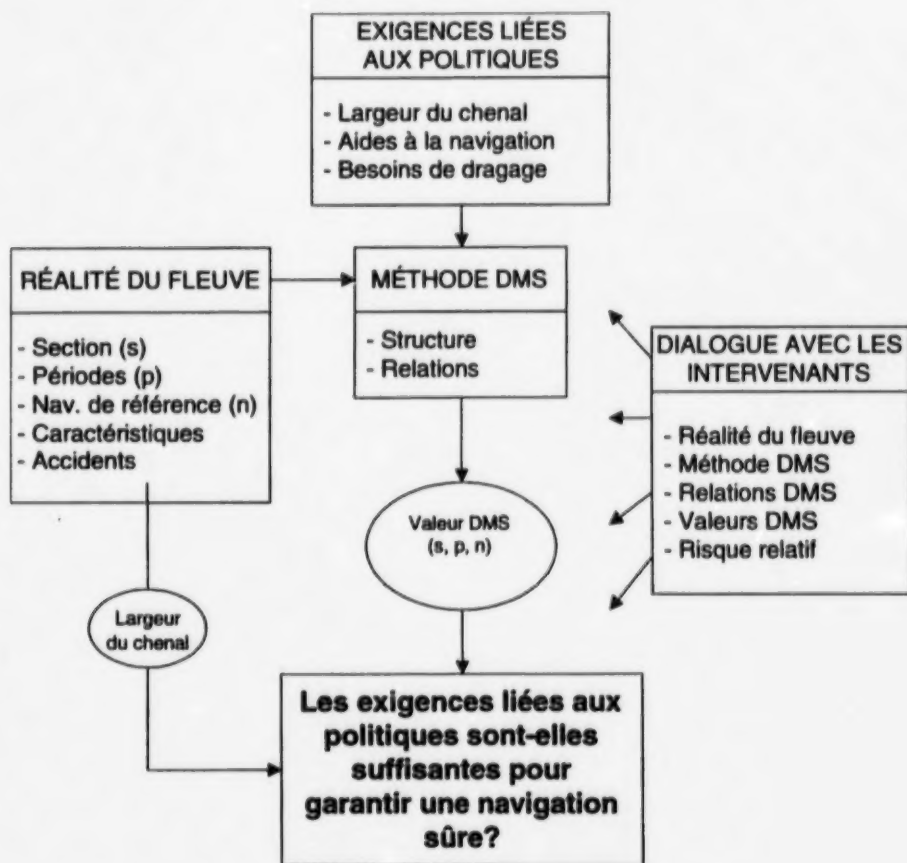


Figure 1. Approche DMS

On constate, à la figure 1, que la méthode DMS se compose de deux grands volets : la structure de la méthode comme telle; les relations qui la sous-tendent (voir aussi la section 3.3).

La figure 2 montre comment la méthode fonctionne concrètement. La valeur cruciale est la largeur DMS à respecter pour prévenir les accidents/incidents. Il s'agit de la largeur que doit avoir le chenal, compte tenu des conditions, de la section et de la période données. Cette largeur est la somme de trois largeurs indépendantes l'une de l'autre, soit :

- une largeur physique qui englobe la largeur du navire et les dérives dues au vent et au courant;
- une largeur qui pourvoit à la manœuvre du navire suivant un cap souhaité, compte tenu du squat, de la résistance opposée par les glaces flottantes, de la distance aux navires de croisement ou de dépassement et de la distance à la limite du chenal;
- une largeur qui donne une qualité de positionnement. Cette distance tient compte des aides à la navigation disponibles pendant la période visée, etc.

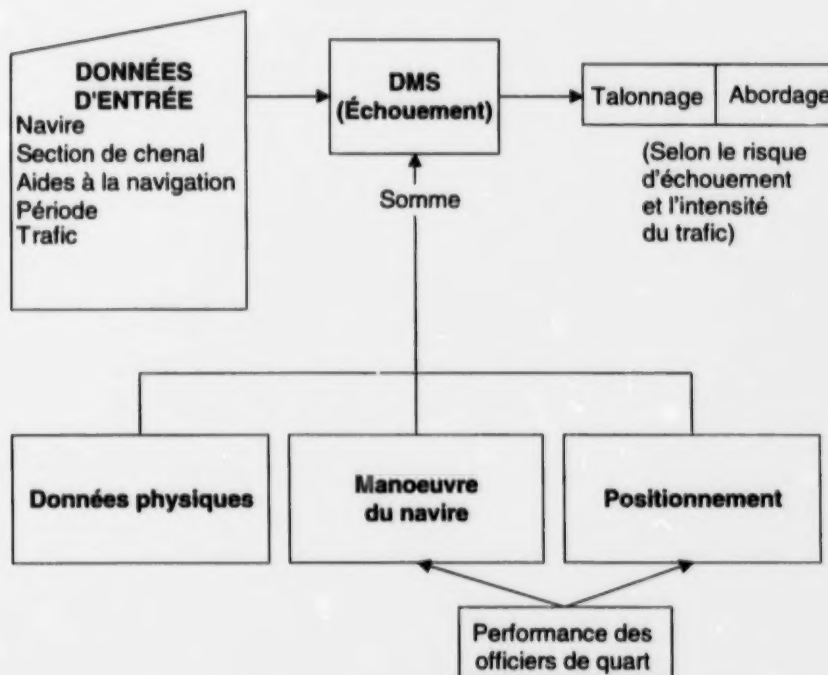


Figure 2. Structure de base de l'analyse DMS

Le niveau de sécurité de chaque section du fleuve est analysé selon un éventail acceptable des pires situations de navigation plausibles.

Le but ultime de la méthode DMS est d'analyser les effets de modifications aux aides à la navigation sur la sécurité de la navigation sur le fleuve, en ne dérogeant pas à l'objectif principal, qui est de réaliser un juste équilibre entre la sécurité et l'efficacité du transport maritime, tout en protégeant l'environnement.



3.3 Relations sous-tendant la DMS

Les relations types auxquelles font référence les figures 1, 3 et 4 découlent d'un savoir traditionnel concernant la navigation (p. ex., règles de route, méthodes utilisées pour le positionnement), de l'expérience pratique des marins utilisateurs du chenal, du comportement mesuré des navires, de données et rapports d'accidents, etc. Toutes ces relations ont été examinées et validées, ou modifiées puis validées par des experts.

Le tableau 1 donne la ventilation des facteurs de conception selon les sous-éléments du préprocesseur DMS.

À noter :

- le processus DMS nécessite l'analyse de ces variables pour chaque section, période (hiver, été, jour, nuit, visibilité) et navire de référence;
- il faut examiner de façon particulière la LC définie pour analyser correctement diverses routes de trafic unidirectionnel en eau libre (p. ex., l'entrée dans le Saguenay).

Tableau 1. Facteurs de conception ventilés par sous-élément DMS

Variables	Longueur, largeur, profondeur, etc. du tronçon	Dérive due au vent et au courant, vitesse, largeur du navire	Squat, marge de sécurité et profondeur d'eau sous quille	Dégagement entre navires, maintien du cap	Manœuvres dans les glaces	Effets de squat et dégagement de la berge	Positionnement – radar et aides à la navigation	Positionnement – visuel et aides à la navigation
Navire								
cap	X	X						
vitesse		X	X		X			
déplacement		X						
largeur		X	X	X		X		
tirant d'eau		X	X					
longueur		X						
prise au vent ou franc-bord, voilure		X						
puissance					X			
cargaison			X					
aides à la navigation							X	X
squat et dégagement sous quille			X			X		
Section du chenal								
visibilité				X			X	X
cibles naturelles							X	X
profondeur et marée	X		X			X		
largeur navigable	X		X			X		
profil et type de fond/berge						X		
courbe/rectiligne/mouillage	X			X			X	X
concentration de glaces					X		X	X
vitesse et direction relatives du vent		X			X			
vitesse et direction relatives du courant		X			X			
Aides à la navigation								
bouées							X	X
alignements							X	X
cibles fixes radar							X	X
Performance des officiers de quart								
charge de travail, fatigue, facteurs ergonomiques, ressources				X			X	X

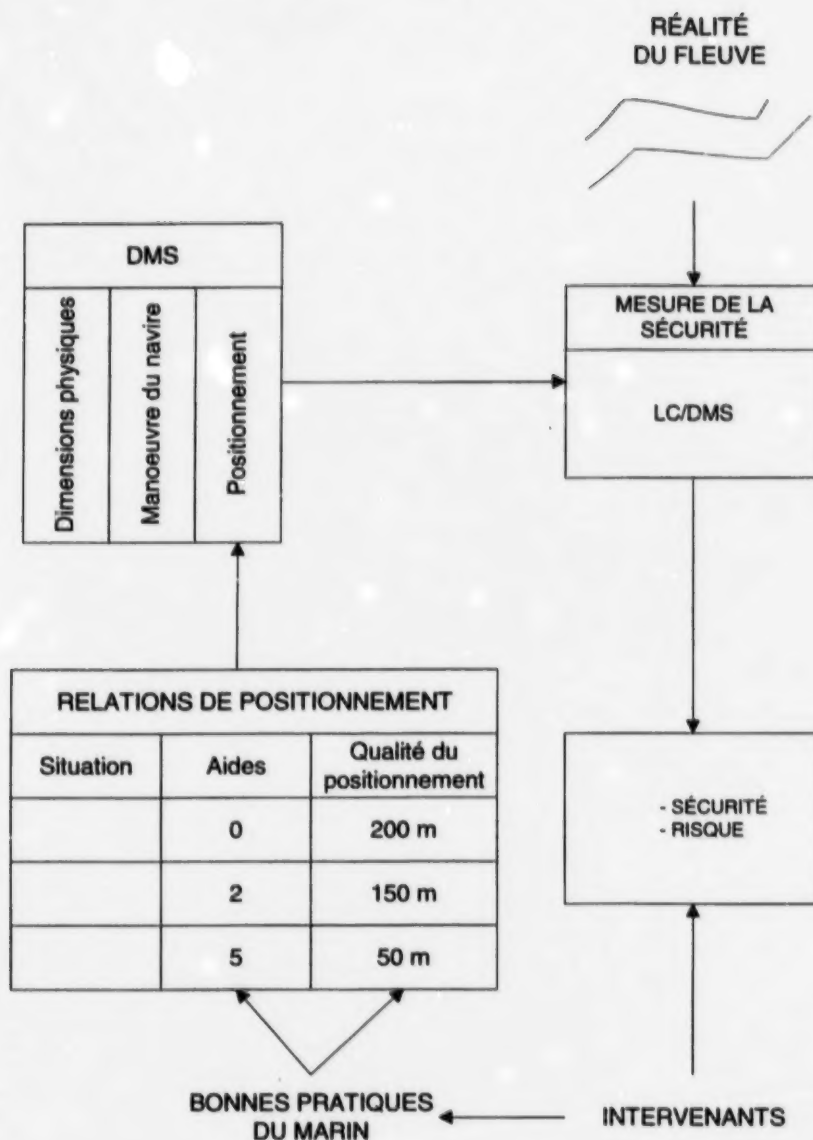


Figure 3. Lien entre les aides à la navigation et le risque tel qu'établi par le préprocesseur DMS

4 Processus DMS d'analyse ou de conception d'un chenal

La méthode DMS calcule d'abord la largeur de chenal nécessaire pour la navigation dans un sens. Cela nécessite l'entrée dans l'outil DMS Excel des données nécessaires à l'estimation des trois éléments suivants :

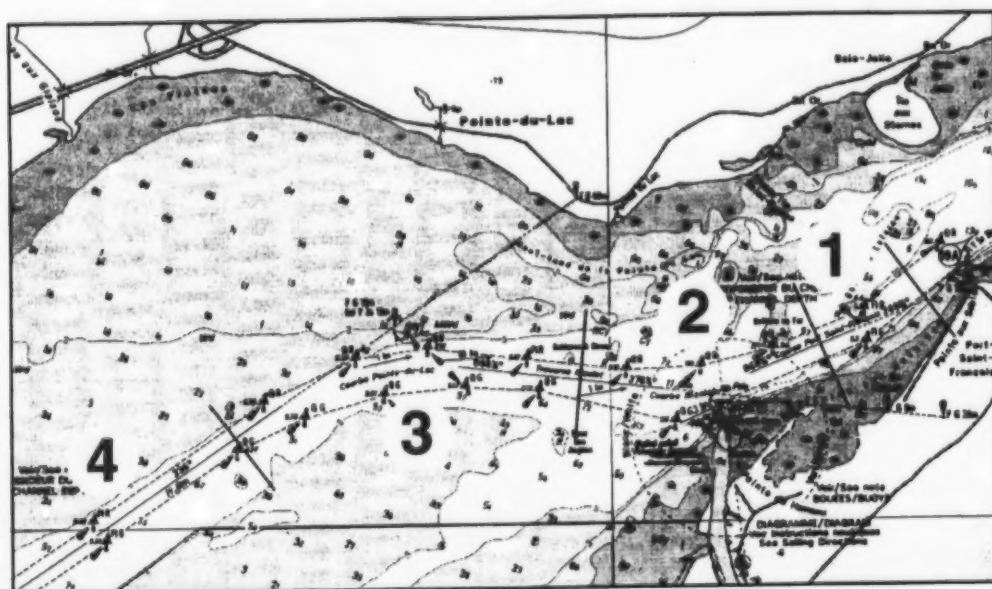
- dimensions physiques;
- manoeuvre du navire;
- positionnement.

Puis est établie la largeur de chenal nécessaire pour la navigation dans les deux sens, en fonction d'une «pire éventualité plausible» concernant le navire de référence rencontré. La méthode DMS évalue, pour ce navire contrebordier, la distance de sécurité à respecter pour une navigation unidirectionnelle. Elle additionne ensuite les distances de sécurité établies pour la navigation unidirectionnelle des deux navires, élimine les éléments redondants, comme la distance à la limite du chenal, et ajoute enfin la distance de croisement.

La méthode évalue séparément les distances pour le trafic remontant et le trafic descendant et applique la valeur DMS maximale. Puisque le calcul est sensiblement le même quel que soit le sens du trafic (avec quelques différences, par exemple l'état de charge du navire de référence peut varier), la procédure est très rapide une fois que le calcul a été fait pour un des sens de navigation. À cette étape, de même qu'à d'autres étapes de la procédure, la séquence des périodes, sections et navires de référence est établie de façon à optimiser l'utilisation de la méthode et l'apport des experts.

La figure 4 illustre la feuille de travail et la procédure utilisées pour appliquer la méthode DMS. Il faut d'abord découper en sections le passage à analyser, à l'aide des cartes disponibles. L'analyste enregistre ensuite toutes les caractéristiques du chenal ayant une incidence sur le navire de référence. Cette opération s'effectue section par section, dans le sens du transit. Puis, les intervenants sont consultés concernant la valeur DMS et les trois éléments composant la LC : dimensions physiques, manoeuvre du navire et positionnement.

CARTE



Navire de
référence

Période et
conditions

FEUILLE DE TRAVAIL : TRAFIC BIDIRECTIONNEL

Section	Particularités	Dimensions physiques	Manoeuvre du navire	Position- nement	DMS Section (SOMME)
1. Courbe		252	740	100	1 092
2. Courbe		292	740	100	1 132
3. Courbe		282	740	100	1 122
4. Rectiligne		262	460	100	822

UTILISATION
DES AVIS
DES INTERVENANTS
POUR ESTIMER
LES VALEURS

RELATIONS

Squat

Comportement
dynamique du
navire en virage

Précision
radar

Figure 4. Procédure associée à la méthode DMS

5 Relations fonctionnelles de positionnement

La présente section décrit deux processus distincts :

- *l'estimation de la précision de positionnement associée à l'outil DMS pour l'analyse ou la conception d'un chenal* : «Processus qui consiste à utiliser l'outil DMS pour déterminer une configuration d'aides à la navigation adéquate»;
- *l'établissement de relations entre la qualité du positionnement et les aides à la navigation* : «Processus qui consiste à mettre au point, à partir des avis d'experts en navigation, un arbre de décision qui décrit les rapports entre les aides à la navigation et la qualité du positionnement».

5.1 Analyse de la précision de positionnement en fonction de la configuration d'aides à la navigation

La figure 5 montre le rôle des relations de positionnement dans la conception ou l'analyse du chenal. La «réalité» du fleuve est déterminée pour chaque section, selon la procédure illustrée à la figure 4. Cela comprend un inventaire des «bonnes marques visuelles», comme les flèches d'église, les escarpements rocheux et les pylônes de transport d'électricité.

On détermine d'abord les aides à la navigation «de base» nécessaires dans les conditions données, compte tenu :

- des aides déterminées au moyen d'analyses antérieures visant d'autres périodes et conditions de visibilité;
- des marques supplémentaires (y compris les racons) nécessaires pour :
 - confirmer la position;
 - repérer les courbes et/ou les points de manoeuvre de la barre;
- des bouées supplémentaires nécessaires;
- des alignements nécessaires.

À noter qu'il s'agit d'un processus itératif, puisque les alignements qui jalonnent une section seront utilisés, dans la section suivante, par les navires faisant route en sens inverse. Les alignements montés sur une structure dans le fleuve fourniront en même temps une cible. Les bouées déterminées pour d'autres périodes et conditions de visibilité seront déjà des aides «de base». L'expérience restreinte de l'outil donne à penser qu'en procédant section par section, pour ensuite revenir aux diverses sections, il est possible d'atteindre, dans un délai raisonnable, un ensemble équilibré d'aides de base.

Lorsque les aides de base sont déterminées pour une section donnée, l'algorithme de positionnement de l'outil DMS calcule automatiquement les distances (dues aux facteurs) de positionnement. Comme la distance de positionnement est le dernier élément pris en compte dans l'estimation de la LC/DMS, il est possible de comparer celle-ci à la LC réelle, par le ratio LC/DMS. Le ratio LC/DMS est automatiquement calculé pour le trafic unidirectionnel et le trafic bidirectionnel.

Si le ratio LC/DMS n'est pas acceptable, des améliorations sont apportées aux aides et les relations de positionnement sont utilisées pour établir la nouvelle distance de positionnement, après quoi l'acceptabilité du ratio LC/DMS révisé est vérifiée. L'opération se poursuit soit pour le trafic unidirectionnel, soit pour le trafic bidirectionnel, jusqu'à ce que :

- le ratio LC/DMS soit acceptable; ou
- l'amélioration de la DMS ne s'avère plus possible et que le chenal soit déclaré :
 - disponible pour la navigation dans les deux sens (mais avec un NDS inférieur au niveau souhaité);
 - disponible pour la navigation dans un sens, pour la période donnée;
 - non disponible pour la période donnée.

Une fois les boucles A et B terminées, le système passe à la boucle C pour l'étude d'une autre période. L'ordre suggéré pour l'étude des périodes est le suivant :

- hiver, bonne visibilité, jour
- hiver, bonne visibilité, nuit
- hiver, visibilité restreinte
- été, bonne visibilité, jour
- été, bonne visibilité, nuit
- été, visibilité restreinte

Il y aura toutefois lieu de réexaminer cet ordre lorsqu'on aura acquis davantage d'expérience de la méthode.

Les principes éclairés d'optimisation commandent de ne pas se limiter à améliorer les aides à la navigation mais d'envisager aussi des modifications à la disponibilité, l'élargissement du chenal par dragage, l'amélioration des services de pilotage, le recours à des outils perfectionnés de navigation (p. ex., des SEVCM portables pour les pilotes), l'ajout de mouillages et d'autres mesures pour accroître la sécurité.

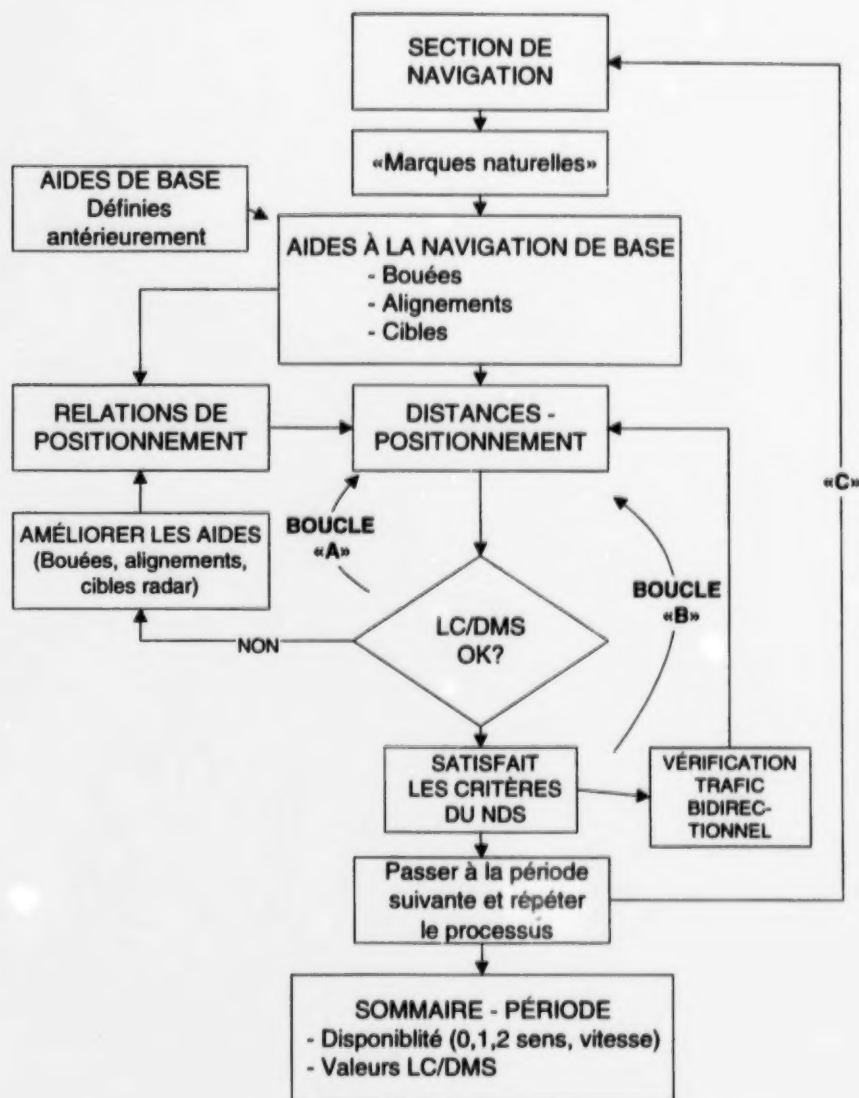


Figure 5. Analyse de la qualité de positionnement

5.2 *Élaboration de tables de relations de positionnement et de précision de positionnement*

5.2.1 Contexte

L'élaboration de rapports entre les aides à la navigation et la qualité du positionnement a représenté une étape déterminante de la mise au point de la méthode DMS. Selon l'étude de l'AIPCN, les aides à la navigation sont d'une «importance cruciale» pour «définir la largeur et l'orientation du chenal», mais le processus de conception utilisé par cette association laisse penser le contraire.

Ainsi, la différence entre une configuration d'aides de qualité moyenne et une configuration d'excellente qualité est définie comme l'écart entre la moitié de la largeur du navire et 0 (c.-à-d. seulement 50 pi dans le cas d'un navire de 100 pi de largeur). Cela contredit les BPM et les critères de l'AIMS. Cette dernière indique, à juste titre, qu'un niveau de précision de 95 p. cent dans un relèvement au gyrocompas correspond à une marge de $\pm 1^\circ$ qui, à un mille de distance, représente une incertitude de position latérale de 100 pi.

Les experts rompus à la navigation sur le Saint-Laurent ont pu suivre la conception de l'outil DMS lors d'ateliers tenus à plusieurs étapes des travaux. La version finale de l'arbre de décision de qualité de positionnement n'a été revue qu'une fois par les pilotes, capitaines et organismes maritimes, mais ceux-ci auront l'occasion de l'examiner plus avant lorsque l'outil DMS sera distribué aux intervenants participant aux ateliers, pour commentaires. Il leur sera recommandé de tenir un registre des changements apportés, de sorte que les relations de positionnement puissent être modifiées pour refléter les avis d'experts.

Le processus d'établissement de la précision de positionnement est décrit ci-après. La méthode utilisée pour établir les relations de précision de positionnement est illustrée à la figure 6.

5.2.2 Processus

Afin de définir une «gradation» logique et cohérente de la qualité du positionnement sur le fleuve (de base, 1^{er} palier d'amélioration, 2^e palier), mais qui ait en même temps un rapport direct avec les situations et les conditions de navigation, un passage est planifié, les routes sont tracées sur une carte et la voie navigable est subdivisée en sections distinctes, courbes et rectilignes. Diverses raisons peuvent justifier la délimitation de sections : changement de méthode de navigation, profondeur différente, élargissement ou rétrécissement du chenal, courants différents. Voir l'annexe C pour des indications supplémentaires concernant le découpage du chenal en sections.

Idéalement, chacune des périodes énumérées en 5.1 est analysée et les aides à la navigation sont évaluées sous l'angle de la qualité de positionnement, en commençant par une configuration dite «de base» pour progresser vers un maximum de trois paliers d'amélioration. La figure 6 illustre ce processus et indique la façon de vérifier la cohérence de l'estimation de la qualité de positionnement. C'est ainsi qu'est créée la table de relations de positionnement dont on trouve un exemple au tableau 2.

Les aides à la navigation de base correspondent à l'ensemble minimal d'aides nécessaire pour franchir aisément ou, historiquement en toute sécurité, un passage dans des conditions et pendant une période données. Ces aides dépendent des particularités du fleuve, comme la longueur d'un tronçon rectiligne,

le degré de courbure d'une courbe et les courants latéraux, mais sont indépendantes de la LC. Les aides peuvent être classées en sept catégories.

L'amélioration des aides ne repose pas sur un simple ajout d'aides (c.-à-d., 1, 2, 3 aides ou plus), mais plutôt sur des regroupements logiques d'aides supplémentaires :

- qui sont considérées du point de vue de l'amélioration différentielle du positionnement, par rapport à l'ensemble des aides de base;
- qui sont compatibles avec les BPM; par exemple, si les aides de base balisant une courbe sont constituées de deux bouées formant une porte dans la courbe même et d'une bouée à chacune des extrémités signalant le début de la courbe, la première amélioration pourrait consister à ajouter deux bouées pour créer une porte à chacune des extrémités de la courbe. De plus, cet ajout de bouées, faisant passer leur nombre de quatre à six, serait répété pour toutes les courbes du passage. Ainsi, s'il y avait quatre courbes, la configuration améliorée prévoirait huit bouées supplémentaires;
- qui se traduisent par une différence notable dans le positionnement (p. ex. de 20 à 30 m), c.-à-d. une augmentation sensible de la précision de positionnement (ce critère établit la limite des améliorations envisagées);
- choisies parmi les bouées, marques d'alignement, cibles fixes (y compris les racons);
- qui, dans la mesure du possible, représentent une hausse maximale de deux ou trois paliers d'amélioration des aides à la navigation.

Le temps a manqué pour examiner tous les niveaux d'aides à la navigation pour chaque période, type de navire et condition de navigation. Quatre types de configurations ont été examinées, dans plusieurs conditions, soit : des configurations pour l'hiver et pour l'été, la configuration en place et la configuration soumise pour analyse par l'Association des armateurs du Saint-Laurent (AASL). Les travaux se sont étalés sur suffisamment de temps pour permettre à cinq capitaines de navires d'examiner plus de 100 sections ou périodes distinctes et d'évaluer les précisions de positionnement.

Les sections ont été classées dans un tableau, par ordre décroissant de qualité de positionnement. Elles ont ensuite été regroupées par configurations logiques d'aides à la navigation, en utilisant une règle commune pour décrire les aides, la visibilité et la méthode de navigation. Des anomalies ont alors été constatées; ces dernières ont été corrigées, habituellement en faisant intervenir une règle supplémentaire pour décrire une situation particulière.

Une fois les anomalies corrigées, une relation fonctionnelle a été élaborée à partir d'un arbre de décision comportant des estimations de la qualité de positionnement pour chaque période (*bonne visibilité* : hiver, été, jour, nuit; *visibilité restreinte* : hiver, été). La fonction de positionnement réagit alors à la configuration des aides à la navigation définie dans l'outil DMS et donne une valeur «qualité de positionnement».

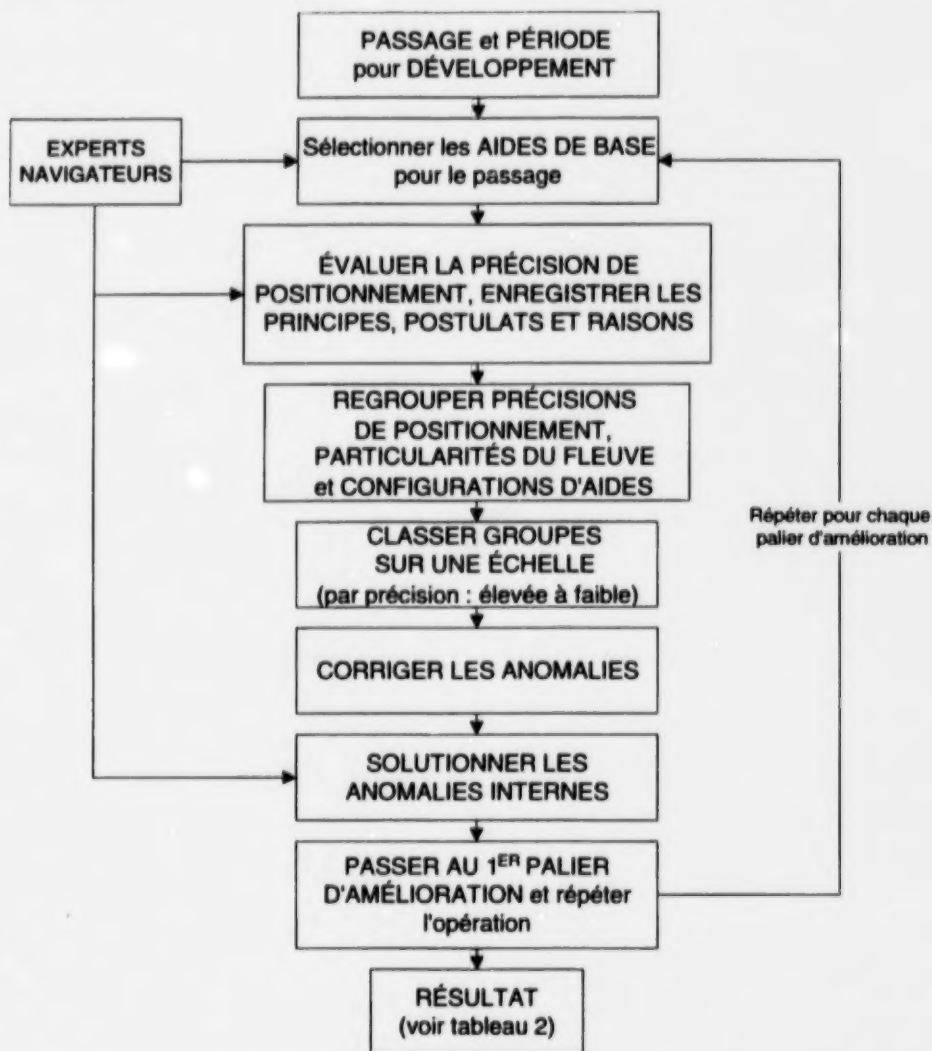


Figure 6. Processus d'élaboration des tables de positionnement

Tableau 2. Exemple de table de relations de positionnement

Portée radar (NM)	Précision radar (NM)	Bonnes marques visuelles	Racons	Aides fixes	Bons amers avant	Bons amers de virage	Alignements	Bouées	Méthode de navigation primaire	Méthode par confirmation	LC - Qualité de positionnement (m)
1,5	71	4	2	0	oui	oui	oui	4	R	R	15
1,5	71	4	2	0	oui	oui	non	3	V	R	23
1,5	71	3	0	0	oui	oui	non	5	V	R	23
1,5	71	1	1	2	oui	oui	oui	9	V	R	15
3	83	2	1	1	oui	oui	oui	9	V	R	15
3	83	3	0	0	oui	oui	oui	4	V	R	15
3	83	3	1	2	oui	oui	oui	4	V	R	15
1,5	71	3	1	2	oui	oui	oui	5	V	R	15

Notes :

1. Dans plusieurs situations, des configurations d'aides identiques aboutiront à la même précision de positionnement.
2. Dans plusieurs situations, des configurations d'aides différentes aboutiront à la même précision de positionnement, parce que la période analysée est différente ou que différentes combinaisons d'aides aboutissent à une qualité de positionnement semblable.

6 Dernière étape du processus DMS : niveau de service global

À cette étape, on peut compter jusqu'à 10 sections pour un seul passage, chacune correspondant à six périodes différentes, auxquelles sont attribuées autant de valeurs LC/DMS. Il est parfois nécessaire de déterminer une base commune pour déterminer le NDS applicable au passage. Voici quelques suggestions à cet égard.

6.1 Niveau de service

Afin de déterminer le NDS GCC ou la «disponibilité théorique», une méthode a été proposée pour combiner les ratios LC/DMS et la disponibilité, qui tient compte de la fréquence d'apparition des diverses périodes (hiver, été, bonne/mauvaise visibilité, etc.) ainsi que des volumes de trafic observés.

En ce moment, le NDS est satisfaisant pour la navigation marchande lorsque les aides à la navigation permettent un positionnement visuel 75 p. 100 du temps. L'outil DMS peut être utilisé pour établir un NDS répondant à cette définition. Il suffit de déterminer si les ratios LC/DMS assurent un niveau de sécurité suffisant, après avoir introduit dans le modèle le seuil de visibilité enregistré 75 p. 100 du temps. On trouvera à l'annexe D des exemples du NDS GCC associé aux aides conventionnelles habituellement appliqué aux navires marchands dans le secteur étudié.

6.2 Le risque

Le risque associé à chaque période et chaque section (c.-à-d. une fonction du ratio LC/DMS) est pondéré selon le nombre relatif de navires pour chaque période et la longueur relative de chacune des sections.

On peut alors établir le niveau de risque associé à chaque section de la voie navigable en déterminant la gravité des conséquences possibles des accidents. L'analyse des récepteurs de risque peut se faire en examinant les cartes produites par le Système de navigation maritime de sécurité (SNMS), qui comporte un Système d'information géographique (SIG) et une base de données accidentologiques. La section 8 ci-après résume les conclusions de l'analyse des conséquences effectuée dans le cadre de la présente étude.

Il est possible de comparer les niveaux de risque associés à diverses configurations d'aides à la navigation en examinant l'écart entre leurs ratios LC/DMS respectifs. Tout écart devient un multiplicateur qui peut être appliqué aux taux d'accidents calculés par le SNMS. L'analyse accidentologique effectuée dans le cadre de la présente étude est résumée à la section 7 ci-après (pour un exposé plus détaillé, voir l'annexe A).

La disponibilité théorique peut être définie de façon plus précise en affectant au ratio LC/DMS correspondant à chaque période (jour, nuit, hiver, été, visibilité restreinte, bonne visibilité) la fréquence, en pourcentage, de chaque période ou encore le nombre relatif de passages de navires pendant chaque période. La «disponibilité théorique» représenterait ainsi une fonction d'un ratio LC/DMS global pondéré.

Si, par exemple, l'hiver, en conditions de visibilité restreinte (fréquence annuelle de 2 p. 100), la configuration des aides choisie s'avérait :

- «non disponible» pour le trafic unidirectionnel,
- «disponible» pour le trafic unidirectionnel pendant 10 p. 100 du temps, et
- «disponible» pour le trafic bidirectionnel pendant toutes les autres périodes,

le NDS annuel s'établirait alors à 88 p. 100.

7 Analyse accidentologique

7.1 Sommaire

7.1.1 Portée

Pour évaluer le risque de certains scénarios d'accidents sur le Saint-Laurent et pour valider les valeurs produites par l'outil DMS, il fallait procéder à une analyse des accidents, c'est-à-dire établir la fréquence annuelle (en été et en hiver) des abordages, échouements et talonnages de navires marchands.

La figure 7 montre les trois secteurs d'étude : les chenaux d'accès au Saguenay, la Traverse du Nord et le lac Saint-Pierre. Elle indique également les points d'appel du STCM qui couvrent ces secteurs. La base de données du système MARSIS (pour *Maritime Safety Information System*) a été utilisée pour l'analyse accidentologique, tandis que la base de données DADS (pour *Data Archive and Distribution System*) du STCM a servi à l'analyse du trafic. Les secteurs de voie navigable désignés dans la présente étude «secteurs de point d'appel» ont été utilisés à titre d'unités géographiques courantes pour le calcul des taux d'accidents.

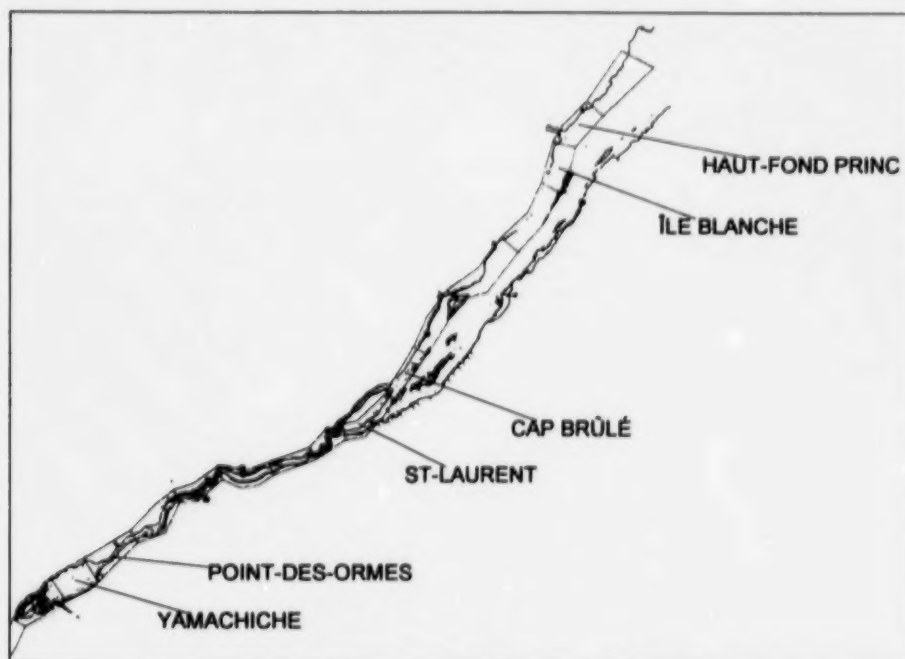


Figure 7. Secteurs étudiés : Saguenay, Traverse du Nord, Lac Saint-Pierre

7.1.2 Taux d'accidents

- Sur l'échantillon de 137 accidents analysés, survenus dans la région Laurentienne, 30 p. 100 étaient des abordages et 60 p. 100, des échouements (voir le tableau 5).
- La plupart des accidents mettaient en cause des vraquiers et des cargos, suivis de navires-citernes transportant du pétrole ou des produits pétroliers raffinés (voir le tableau 4).
- Les taux d'accidents les plus élevés ont été enregistrés dans les secteurs de Grondines et Pointe-des-Ormes, où on peut s'attendre à un accident (probablement l'échouement d'un vraquier ou d'un cargo) causant de graves dommages tous les cinq ans environ (voir le tableau 5).
- Les taux d'accidents sont nettement plus faibles en été qu'en hiver (voir le tableau 6).

7.1.3 Validation de la méthode DMS

- Le rapprochement des valeurs DMS et LC et des taux d'accidents confirme la relation attendue entre le ratio LC/DMS et le taux d'accidents pour les secteurs étudiés (voir la figure 9).
- La validation de la méthode DMS à l'aide de données accidentologiques a été restreinte au peu de données disponibles. (Ce qu'il n'y a pas lieu de déplorer, du point de vue de la sécurité maritime). Comme il est peu probable que l'on dispose jamais de données d'accidents suffisantes, il faudra continuer d'appuyer la méthode DMS sur les opinions d'experts.
- La concordance entre les valeurs produites par la méthode DMS et les pratiques existantes, et l'accueil favorable que lui ont réservé les acteurs du milieu donnent à penser que la méthode DMS constitue un outil rationnel pour évaluer les besoins en matière de sécurité et le niveau du risque sur le fleuve.

7.2 Objectif

L'analyse accidentologique avait pour objectif de valider et de confirmer la démarche à la base de la méthode DMS pour la conception d'un chenal. Bien que les données disponibles couvrent plus de 20 ans, beaucoup plus de données sont nécessaires pour valider la méthode DMS et en examiner les détails. C'est pourquoi la validation doit se situer à un niveau intermédiaire, où sont regroupées plusieurs sections et plusieurs périodes. Les résultats révèlent néanmoins que l'analyse a été suffisante pour confirmer la validité globale de la méthode, mais la

validité de ses éléments repose encore sur l'apport des experts. De plus, on verra que l'insuffisance de données empêche une analyse plus poussée.

Pour atteindre l'objectif fixé, il fallait s'attaquer aux tâches suivantes :

- élaborer le profil des risques du fleuve, en particulier pour ce qui a trait aux échouements, aux abordages et aux talonnages mettant en cause des pétroliers, des navires marchands et des navires à passagers;
- déterminer les taux d'accidents dans des sections précises du fleuve, pour comparaison avec les valeurs DMS et validation de la méthodologie DMS;
- porter particulièrement attention aux accidents dus à des problèmes de manœuvre et de positionnement du navire, reliés à la fourniture d'aides à la navigation.

7.3 Méthodologie

7.3.1 Résumé de la démarche

Le but, en mettant en rapport les valeurs LC/DMS avec les taux d'accidents, était de valider la méthode avec les fréquences historiques d'accidents. On s'attendait qu'un faible ratio LC/DMS soit associé à des taux d'accidents élevés, car représentant une section de voie navigable à plus haut risque. L'examen a toutefois été limité par les ensembles de données, qui comportaient :

- seulement 137 accidents (défaillances non mécaniques de navires faisant route) survenus dans la voie navigable entre Les Escoumins et Montréal, en 22,5 ans;
- un peu plus de 100 valeurs LC/DMS.

Un ensemble de 137 accidents attribuables à des lacunes dans les aides à la navigation représentait bien peu pour valider la méthode DMS, qui comporte des douzaines de paramètres et est appliquée à des centaines de sections du Saint-Laurent. Même au niveau des secteurs de point d'appel, deux secteurs n'ont enregistré aucun accident et trois autres en ont signalé un seul. Ainsi, l'ensemble des données d'accidents affichait un certain flou, avant même que soient prises en considération la navigation d'été/hiver et les autres variables.

Le nombre des sections du fleuve pour lesquelles des valeurs DMS ont été établies est lui aussi restreint et une grande part de ces valeurs sont encore considérées préliminaires. Elles n'ont été établies qu'aux fins d'évaluer les paramètres de la méthode DMS et d'intégrer les avis d'experts à la structure du modèle, notamment en ce qui a trait à l'élément «positionnement».

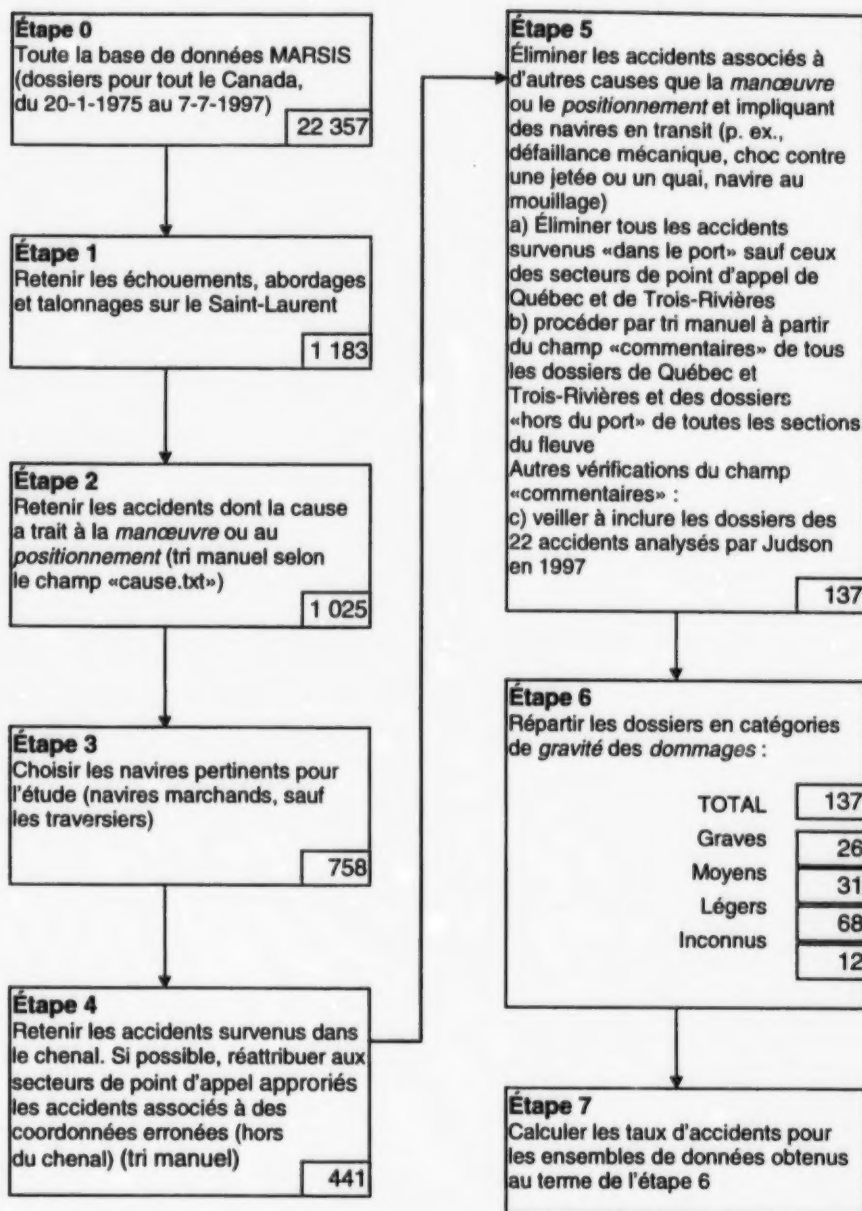
Les configurations d'aides à la navigation examinées à l'aide de l'outil DMS n'étaient pas toutes directement comparables. Une comparaison directe est présentée au tableau 3 (les ratios LC/DMS inférieurs à 1 sont en caractères gras).

Tableau 3. Comparaison des ratios LC/DMS (trafic bidirectionnel) pour deux configurations d'aides à la navigation dans la courbe de Pointe-du-Lac

Ratio largeur du chenal/DMS				
Numéro de la section	Nom de la section	Aides AASL	Aides en place	Fluctuation
1	R/M C-63	1,40	1,40	
2	Pont Laviolette	0,77	0,77	
3	Pointe-des-Ormes – Saint-François	1,20	1,60	
4	Courbe Nicolet	1,28	1,28	
5	Courbe Pointe-du-Lac	1,06	1,06	
6	Course Pointe-du-Lac	0,89	1,23	-28 %
7	Course Pointe-du-Lac	0,94	1,07	-12 %
8	R/M S-54	0,95	0,95	

Conditions : été, visibilité de 1 NM, deux navires porte-conteneurs

Les données d'accidents demeureront toujours restreintes, mais on s'attend qu'avec l'utilisation de la méthode DMS, on finira par obtenir des valeurs pour la plupart des sections du fleuve et la plupart des conditions de navigation. Toutes les feuilles de travail DMS établies pour les secteurs étudiés sont présentées à l'annexe B.



**Figure 8. Les étapes de la sélection des données
(version du 22 octobre 1998)**

Nota : Le nombre de dossiers d'accidents colligés à chaque étape est
indiqué dans le coin inférieur droit.

7.4 Résultats

Le tableau 4 donne le nombre total d'accidents impliquant des navires marchands survenus dans la région Laurentienne (selon les limites existantes des systèmes MARSIS et le SCTM), attribuables à des problèmes de manœuvre et de positionnement du navire, de 1975 à 1997. Les dossiers figurant à ce tableau, qui ont été retenus lors des étapes de sélection subséquentes, ont été regroupés en un ensemble d'abordages, d'échouements et de talonnages :

- de navires marchands (en caractère gras), à l'exception des traversiers;
- survenus dans un chenal de navigation et non lors de manœuvres d'appareillage, d'amarrage ou de mouillage;
- vraisemblablement dus à une erreur de manœuvre ou de positionnement.

La plupart des accidents mettaient en cause des vraquiers et des cargos, ainsi que, dans une moindre mesure, des navires-citernes transportant du pétrole et des produits pétroliers raffinés.

Tableau 4. Navires marchands sélectionnés, par type d'accident

TYPE_DE_NAVIRE	Choisi	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	Total
Vraquier	X	128	110	136	374
Cargo	X	63	43	79	185
Navire-citerne – produits chimiques	X	6	5	7	18
Porte-conteneurs	X	7	6	11	24
Traversier		13	6	11	30
Bateau de pêche	X	3	3	1	7
Navire de l'État		23	18	26	67
Transporteur de gaz – GPL ou NGL	X	0	1	0	1
Autre – plus de 20 m		9	12	7	28
Autre – moins de 20 m		24	2	7	33
Passagers	X	12	11	21	44
Navire-citerne – plus de 50 000 TPL	X	0	0	2	2
Navire-citerne – moins de 50 000 TPL	X	40	28	35	103
Remorqueur		46	32	27	105
Remorqueur avec barge à hydrocarbures		2	2	0	4
Total		376	279	370	1 025
Total retenu pour l'étape 4		259	207	292	758

Le tableau 5 présente des estimations des taux d'accidents sur le fleuve Saint-Laurent. Une fois l'ensemble de données resserré selon la méthode exposée à la figure 8, les taux d'accidents ont été calculés pour 19 secteurs le long du fleuve, suivant la position des navires par rapport aux points d'appel du SCMT. Ces points de référence ont été choisis parce qu'ils sont également utilisés pour la saisie des données sur le trafic maritime du système DADS. On trouvera au bas du tableau 5 de plus amples détails sur la méthode utilisée pour calculer les taux d'accidents. D'autres détails et définitions sont donnés à l'annexe A.

Selon le tableau 5, 30 p. 100 des accidents sont des abordages (ou collisions) et 60 p. 100, des échouements. Les taux d'accidents les plus élevés ont été enregistrés dans les secteurs de Grondines et de Pointe-des-Ormes, où on peut s'attendre à un accident (probablement un échouement) «causant de graves dommages» tous les cinq ans environ. Dans le cas de Grondines, cela veut dire 0,35 accident pour 100 000 NM parcourus dans cette section du fleuve.

Tableau 5. Taux annuels d'accidents par secteur de point d'appel et gravité des dommages

Secteur de point d'appel					Total		Ventilation selon la gravité des dommages ***					
#	Nom	Volume de trafic annuel (95/96)**	Longueur (NM, arrondis)	NM parcours N navires x NM réels)	Accidents (N en 22,5 ans)	Taux d'accidents annuel*	Graves		Moyens		Légers	
							N en 22,5 ans	TAUX annuel*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*
5	LES ESCOUMINS	4 857	17	81 112	3	0,16	0	0,00	0	0,00	3	0,16
6	HAUT-FOND PRINCE	4 928	13	65 542	2	0,14	2	0,14	0	0,00	0	0,00
7	ÎLE BLANCHE	4 871	11	55 042	3	0,24	0	0,00	2	0,16	1	0,08
8	CAP-AU-SAUMON	4 849	19	90 676	1	0,05	1	0,05	0	0,00	0	0,00
9	CAP-AUX OIES	4 876	21	102 396	1	0,04	0	0,00	0	0,00	1	0,04
10	GRAND-POINT	4 866	16	77 856	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11	CAP BRÛLÉ	4 869	14	69 627	4	0,26	2	0,13	0	0,00	2	0,13
12	SAINT-LAURENT	4 923	16	78 768	1	0,06	0	0,00	0	0,00	1	0,06
13	QUÉBEC	4 488	10	44 431	23	2,30	1	0,10	7	0,70	10	1,00
14	SAINT-AUGUSTIN	4 535	12	53 967	8	0,66	4	0,33	3	0,25	1	0,08
15	DONNACONA	4 535	14	62 130	6	0,43	0	0,00	2	0,14	3	0,21
16	GRONDINES	4 538	14	61 263	17	1,23	5	0,36	3	0,22	8	0,58
17	BATISCAN	4 557	16	72 912	13	0,79	2	0,12	1	0,06	10	0,61
18	POINTE-DES-ORMES	4 321	15	63 087	23	1,62	5	0,35	7	0,49	9	0,63
19	YAMACHICHE	4 354	10	44 411	9	0,90	2	0,20	4	0,40	3	0,30
20	ÎLE DES BARQUES	4 357	14	62 305	11	0,78	0	0,00	2	0,14	7	0,50
21	TRACY	4 080	12	50 592	4	0,35	0	0,00	0	0,00	4	0,35
22	CAP SAINT-MICHEL	4 179	11	45 969	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
23	MONTREAL EST	4 424	9	38 046	8	0,93	2	0,23	0	0,00	5	0,58
Total					137	0,50	26		31		68	
TYPE D'INCIDENT												
Abordages					41		4		18		12	
Échouements					80		21		6		49	
Talonnages					16		1		7		7	
Moyenne						0,58		0,11		0,14		0,28
Écart type						0,62		0,13		0,20		0,29
Moyenne + 1 ET						1,20		0,24		0,34		0,57

* p. ex., pour Les Escoumins : $4\ 857 \times 16,7 = 81\ 112$ milles-navires par année. $3/22,5 = 0,13$ accident par année ou par 81 112 NM, ou 16 accidents par 100 000 NM parcourus. Données couvrant la période du 20-1-1975 au 7-7-1997.

** Comprend tous les navires marchands sauf les traversiers, pendant une année (1995-1996).

*** Sur les 137 dossiers d'accidents, 9 p. 100 indiquent «inconnus» pour la gravité des dommages. Ces dossiers sont compris dans le grand total seulement. Les taux d'accidents qui dépassent de plus d'un écart-type (ET) la moyenne sont indiqués en caractères gras.

Le tableau 6 et la figure 9 montrent que, malgré la faible taille de l'échantillon, il est possible d'observer une concordance entre des taux d'accidents élevés et des valeurs LC/DMS faibles.

Tableau 6. Comparaison des valeurs LC/DMS et des taux d'accidents par point d'appel (trafic bidirectionnel*)

Secteur de point d'appel	Numéro de point d'appel	LC/DMS médian – point d'appel	Taux d'accidents – point d'appel (annuel)	Taux d'accidents – point d'appel (été)
Haut-fond Prince	6	3,0	0,4	0,7
Île Blanche	7	3,55	0,4	0
Cap Brûlé	10	1,24	0,6	0
Saint-Laurent	11	1,64	0,6	0
Pointe-des-Ormes	19	1,1	1,2	0,6
Yamachiche	20	1,6	0,0	0,30

* Pour les points d'appel 6 et 7, le ratio LC/DMS pour le trafic bidirectionnel a été établi à partir des valeurs relatives au trafic unidirectionnel multipliées par 0,54 (moyenne pour les sections 10 à 11), pour permettre de comparer les données.

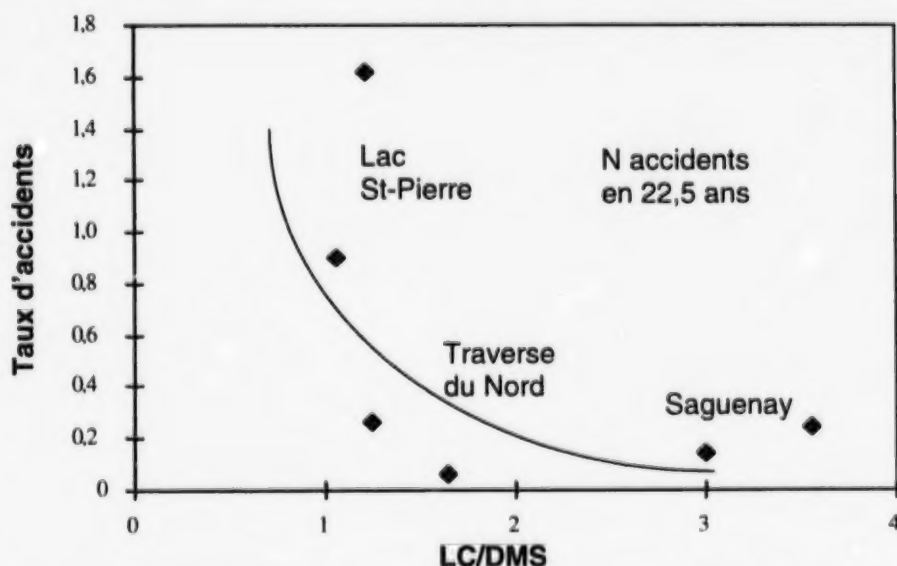


Figure 9. Taux d'accidents en fonction du ratio LC/DMS médian (par point d'appel)

Il est toutefois plus difficile d'établir un lien entre les ratios LC/DMS et les endroits où sont survenus les accidents. La figure 10 donne les points d'échouement et les valeurs LC/DMS pour la navigation d'été sur le lac Saint- Pierre (les valeurs dites «DMS» sont de fait les valeurs LC/DMS).

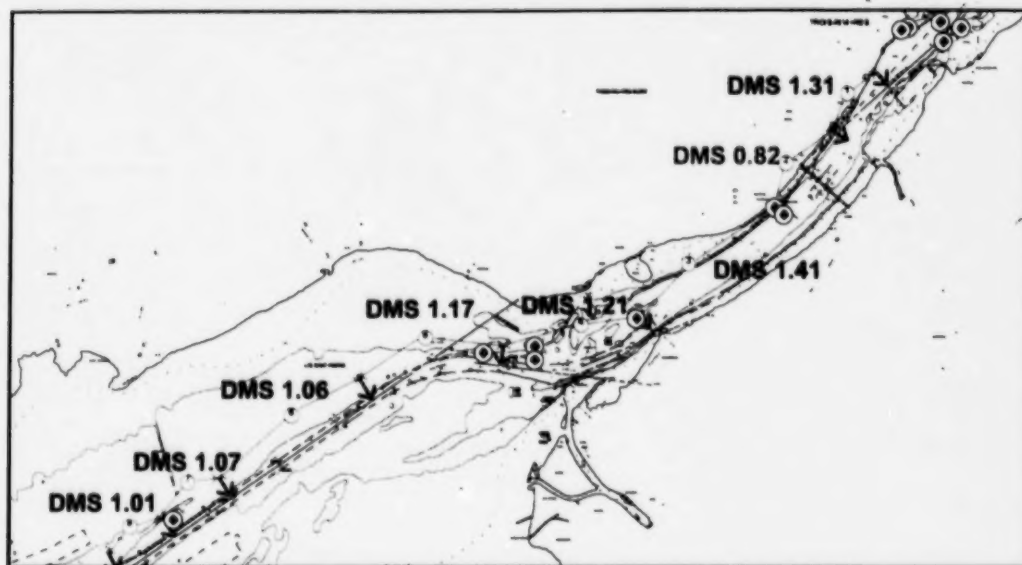


Figure 10. Points d'échouement et LC/DMS

On peut observer un certain rapport entre les ratios LC/DMS et les taux d'accidents observés, sans toutefois pouvoir établir une correspondance biunivoque entre les points d'échouement historiques et le risque d'échouement. Cela, pour plusieurs raisons :

- l'outil DMS incorpore graduellement les BPM qui garantissent la sécurité de 99,9 % des navires; malgré cela, certains accidents comportent une part de hasard à laquelle nul règlement ou infrastructure d'aides à la navigation ne peut parer;
- la mesure de la largeur du chenal est moins précise dans les courbes et en eau libre;
- l'outil DMS incorpore de nombreux facteurs essentiels à une navigation sûre – mais il existe aussi des facteurs secondaires d'accidents.

Voici certaines de ces causes secondaires d'accidents prises en compte par l'outil DMS mais non formellement intégrées à celui-ci :

- autres effets des virages : la distance pour compenser l'enfoncement de l'arrière du navire est englobée dans la «marge de sécurité» appliquée aux sections courbes et rectilignes;

- effet des ports et du trafic portuaire sur la charge de travail;
- accidents attribuables au changement de pilote (survenus aussi bien avant qu'après le changement);
- autres effets des activités de passerelle;
- accidents constitués d'une chaîne d'événements qui débute en un point (au mille m) pour se terminer par un échouement en un autre point (au mille m+x), d'où un décalage entre l'origine et l'endroit de l'accident. Par exemple, certains pilotes ont indiqué qu'ils sont très attentifs dans les sections difficiles du fleuve, et qu'il peut parfois leur arriver de «relâcher la garde» après une section ardue. Il s'agit d'un type de «rétroaction négative»;
- endroit où la fatigue est particulièrement fréquente.

La taille restreinte de la base de données ne permet pas de distinguer ces causes. Mais il est envisageable de réunir des faits ou témoignages qui permettraient d'ajouter, à l'avenir, certains de ces facteurs secondaires et d'autres aux causes principales déjà intégrées à l'outil DMS. On pourrait procéder par l'observation de quasi-accidents ou par la collecte systématique d'avis d'experts fiables, avec test de cohérence interne.

8 Analyse des conséquences

Le volet «analyse des conséquences» de l'étude a consisté à examiner les pires issues plausibles d'un scénario d'accident maritime sur le fleuve Saint-Laurent. Pour déterminer la nature et la fréquence des cargaisons transportées, les chercheurs ont consulté la base de données de 1996 du DADS (*Data Archive and Distribution System*). Au premier coup d'œil, ils ont constaté que la liste des produits dangereux transportés comprenait de nombreux produits pétrochimiques, regroupés en 71 catégories. Le mazout brut figurait en onzième place sur la liste (établie selon la fréquence des cargaisons) avec 92 cargaisons, l'essence suivant au douzième rang, avec 87 cargaisons. Ces deux produits ont été retenus aux fins d'une étude portant sur un scénario de déversement et un scénario d'incendie/explosion, ayant tous deux pour théâtre le lac Saint-Pierre.

8.1 Modélisation d'un déversement de pétrole

Selon ce scénario, un pétrolier transportant du mazout brut entre en collision avec un autre navire dans la courbe de Pointe-du-Lac, dans le lac Saint-Pierre, là où se sont produits plusieurs accidents maritimes par le passé. Un des réservoirs de la configuration 3 x 6 s'est rompu au niveau de la ligne de flottaison, laissant s'échapper des hydrocarbures pendant 24 heures. Le réservoir, d'une capacité de 5 000 m³, est rempli à 90 p. 100 et 30 p. 100 (1 350 m³) de son contenu est déversé dans le fleuve (pour plus de détails, voir le rapport MIL Systems n° 1736-0011-01 [réf. 5]).

L'outil de modélisation de déversements d'hydrocarbures *Oilmap* a été utilisé pour établir la probabilité de mazoutage du littoral et pour examiner le comportement et la quantité des récepteurs de risque dans le secteur étudié. La modélisation hydrodynamique du Saint-Laurent comportait les paramètres suivants :

- le débit moyen du fleuve selon la saison;
- les courants réels mesurés dans le fleuve, compte tenu de l'effet des marées, des observations saisonnières, des tributaires et de la bathymétrie.

De précieuses sources de données ont été consultées, dont la dernière édition de l'atlas du Service hydrographique du Canada pour le fleuve et les données vectorielles de cartes électroniques communiquées par Nautical Data International.

Les données relatives aux vents ont également été recueillies auprès de la station de Nicolet d'Environnement Canada, pour une période de cinq ans. Les données horaires pour la période de 1993 à 1998 ont été adéquatement formatées, selon la vitesse et la direction du vent, pour faciliter leur intégration au modèle de conséquences.

L'analyse des conséquences s'est appuyée sur une série de trois études stochastiques portant respectivement sur les mois de février, mai et septembre, de façon à mettre en évidence les effets dus à la saison. Cent essais par mois ont été simulés : le début du déversement était établi au hasard, sous réserve du mois étudié, et les données de vent relatives aux 48 heures suivantes étaient entrées dans le programme. Celui-ci calculait alors, pour chaque cas, la dérive du déversement et les effets sur le littoral. L'ensemble des 100 trajectoires a alors été analysé pour déterminer la probabilité de mazoutage du littoral. Le débit global du fleuve a été établi selon la saison, avant chaque étude stochastique. Les probabilités de mazoutage se sont révélées passablement insensibles aux fluctuations saisonnières du débit.

Les résultats de la modélisation ont servi à produire des cartes de probabilités d'impacts. Les mailles mesurent 0,84 km de longueur et l'échelle de probabilité comporte des intervalles de 10 points de pourcentage. Les figures 11 à 13 présentent respectivement les cartes de probabilités pour les trois mois étudiés.

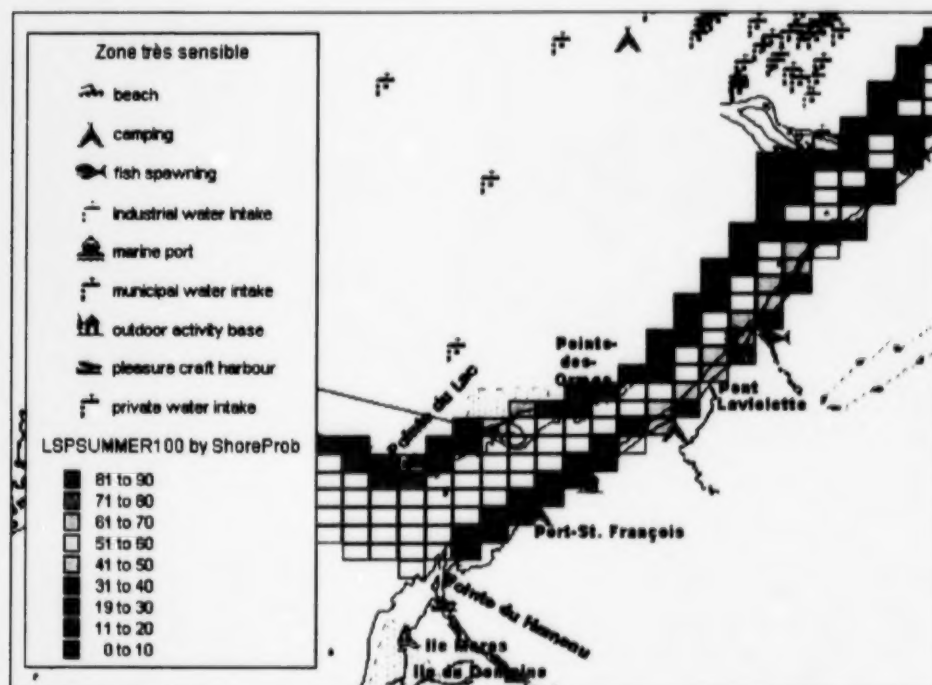


Figure 11. Impacts sur le littoral – Vents de septembre

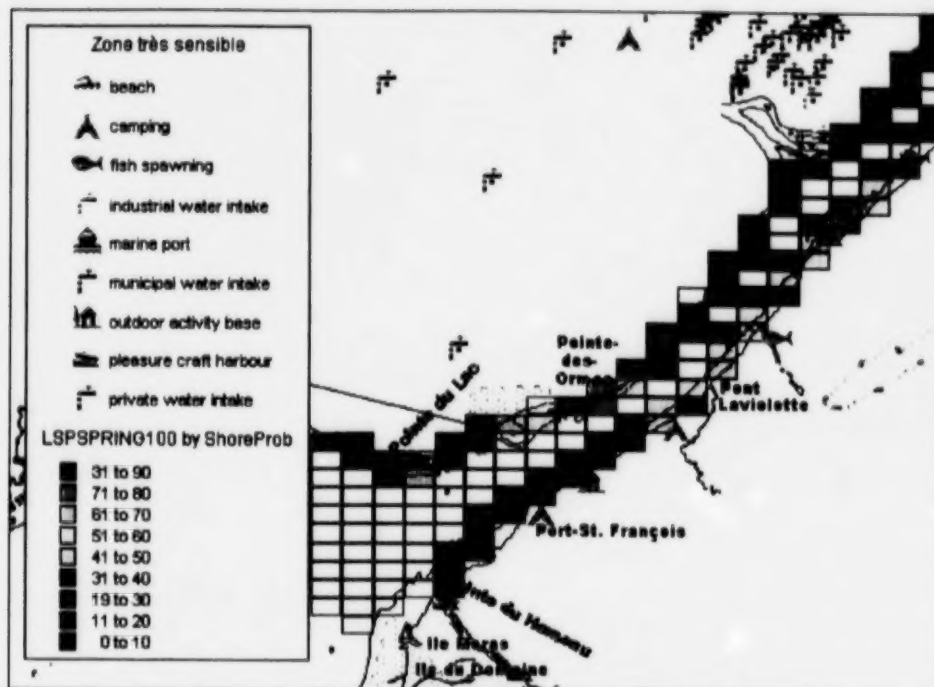


Figure 12. Impacts sur le littoral – Vents de février

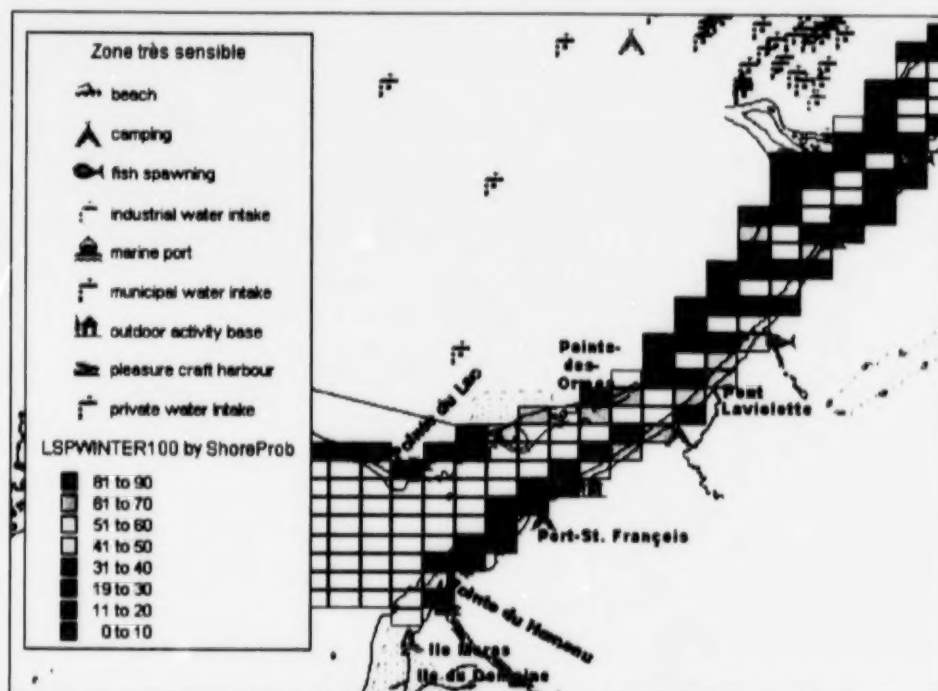


Figure 13. Impacts sur le littoral – Vents de mai

8.1.1 Résultats – Mazoutage du littoral

Pour chacun des trois mois visés par les essais stochastiques, une tendance particulière a pu être notée en ce qui a trait au mazoutage des rives. La zone correspondant à la probabilité maximale s'étend de la courbe de Pointe-du-Lac à Trois-Rivières/Cap-de-la-Madeleine, où la probabilité de mazoutage dépasse 20 p. 100 dans tous les cas. La longueur de chaque rive est d'environ 16 km. On peut voir au tableau 7 les autres tendances qui se dégagent des trois essais.

Tableau 7. Probabilité de mazoutage du littoral, par récepteur de risque

Récepteur de risque	Probabilité d'impact (%)
Village Pointe-du-Lac (centre d'activités de plein air, port de plaisance)	80 %
Réserve écologique de l'île-aux-Sternes	60-70 %
Pointe-des-Ormes	85 %
Prise d'eau de réseau industriel (papetière Kruger)	15-25 %
Infrastructure portuaire – Trois-Rivières	40 %
Port de plaisance – Trois-Rivières	30 %
Terrain de camping – Port Saint-François	25 %
Centre d'activités de plein air – Port Saint-François	40 %
Terrain de camping – Bécancour	40 %
Prise d'eau de réseau municipal – Bécancour	50 %
Frayère – Rivière Godefroy	50 %
Port de plaisance – Bécancour	55 %
Frayère – Sainte-Angèle de Laval	55 %
Frayère – Trois-Rivières	25 %

Le coût financier d'un déversement d'hydrocarbures dépend de la quantité et de la nature du produit rejeté, de l'endroit et du moment du déversement, de la vulnérabilité des zones touchées, des conditions météorologiques pendant le nettoyage et des techniques utilisées. Au moins 90 p. 100 du coût total d'un déversement peut être imputé au nettoyage des berges. D'après le *Oil Spill Intelligence Report* (6), les coûts de récupération des produits déversés sur les berges peuvent atteindre de 150 000 \$ à 300 000 \$ par tonne. D'autres proposent des chiffres plus modestes, soit 19 000 \$US (7) et 22 000 \$CAN (8). Ces coûts refléteraient davantage la réalité.

Lorsque le déversement se produit à proximité de zones urbaines, là où sont aménagés des plages, des ports de plaisance et des zones d'activités récréatives et culturelles, les coûts de nettoyage auront tendance à s'approcher du sommet de la fourchette de coûts. Cela est aussi vrai du pétrole brut visqueux et du mazout lourd, hydrocarbures dont la persistance dans l'environnement est plus

élevée que celle des produits légers. L'élimination des débris huileux constitue le principal poste de dépense lors du nettoyage des berges.

À la suite du déversement du Torrey Canyon, en 1967, l'Organisation maritime internationale (OMI) a organisé une conférence juridique internationale qui a débouché sur la Convention sur la responsabilité civile, fondée sur le principe du pollueur payeur. Selon les parties signataires de la Convention, le propriétaire du navire (au moment de l'accident qui a causé la pollution) est responsable des dommages causés, à moins que l'accident soit dû à l'une ou l'autre des causes suivantes :

- un fait de guerre;
- un phénomène naturel exceptionnel;
- l'acte malveillant d'une tierce partie;
- le défaut d'une instance gouvernementale d'entretenir les aides à la navigation.

Il convient de noter que même un déversement considéré mineur peut nécessiter une intervention complexe et la mise en place de tout un système de commandement. Les divers coordonnateurs, gestionnaires et travailleurs spécialisés portant des vêtements de protection (devant passer par la décontamination avant chaque repas), les équipes d'évaluation des dommages et les avocats sont autant de groupes professionnels qui contribuent aux coûts, lesquels grimpent en fonction des tarifs journaliers de chacun.

L'évaluation des coûts d'un déversement dans la courbe de Pointe-du-Lac doit englober les catégories de coûts suivantes :

- coûts reliés au navire : valeur des hydrocarbures déversés, coûts de réparation du navire, occasions d'affaires perdues, coûts d'affrètement;
- coûts d'établissement des rapports d'accidents demandés par les autorités provinciales et fédérales, l'assureur, le fonds;
- coûts de nettoyage initial : honoraires du coordonnateur sur place, de l'organisme d'intervention, du centre de commandement;
- coûts de confinement et de récupération des hydrocarbures par des moyens mécaniques : barrières flottantes, matériels, vêtements, logistique, élimination, permis;
- coûts de nettoyage manuel des berges : matériels, vêtements, logistique, élimination, permis;

- autres coûts : indemnités de santé et de sécurité au travail, réparation des dommages causés par les travaux de nettoyage, relations publiques;
- coûts de restauration : replantation des espèces végétales dans les terres humides, reconstitution des stocks de poissons, évaluation par des experts des dommages causés par le déversement;
- coûts des règlements judiciaires : frais juridiques, réparations civiles;
- coûts des dommages aux prises d'eau des réseaux municipaux et industriels;
- pertes d'entreprise : bases de plein air, ports de plaisance, terrains de camping, etc.

8.1.2 Estimation des coûts réels

Le modèle de déversement d'hydrocarbures dans le Saint-Laurent mis au point lors de l'*Analyse des risques inhérents à la navigation arctique* a été adapté aux fins de la présente étude.

Compte tenu des catégories de coûts énumérées ci-dessus, le coût total d'un déversement de 1 350 m³ de pétrole dépasserait 22,2 millions \$ (voir la figure 14). Cette même figure donne une idée des fourchettes de coûts associés à un déversement. Pour connaître les sources sur lesquelles s'appuient ces estimations, on consultera le rapport TP 12325E (8), aux pages 47 à 68; les figures 14 et 15 comportent toutefois certaines estimations de coûts propres à la courbe de Pointe-du-Lac.

Scénario	
Fleuve Saint-Laurent (Courbe de Pointe-du-Lac du lac Saint-Pierre), abordage, rupture de 1 réservoir	
1	Type d'accident : (abordage/taonnage = 1; échouement = 2)
2	Distance de la rive (loin = 1; près = 2)
1	Vulnérabilité - nettoyage (élevée = 1; moyenne = 2; faible = 3)
1	Vulnérabilité - réparations civiles (élevée = 1; moyenne = 2; faible = 3)
1	Vulnérabilité - dommages aux ressources naturelles et amendes (élevée = 1; moyenne = 2; faible = 3)
0,2	Hauteur des vagues (m)
	Concentration des glaces (dixièmes)
2,5	Courants traversiers (nosuds)
0	Évaporation (impl. : conc. glace > zéro = 30 %; aucune conc. glace = 40 %)
4 500	Cargaison dans le réservoir rompu (tonnes)
25	% fuite primaire (échouement, impl. = 20 %; abordage, impl. = 100 %)
	Brûlage accidentel (tonnes)
Mesures correctives	
100	Capacité de transfert à bord (t/h)
10 000	Capacité de transbordement (en tonnes, avant ajustement pour volumes rejetés ou transférés à bord)
24	Temps jusqu'à l'arrivée du pétrolier/navire/berge de transbordement, en heures
6	Barrages et récupérateurs mis en place dans les...heures
70	% de la cargaison échappée hors des barrages (impl. : 10 % si courants < 1 noeud et 50 % si >= 1 noeud)
2	Approbation de dispersant (oui = 1; non = 2; impl. = 1 si dévers. éloigné et hauteur des vagues < 1,1 m)
2	Approbation de brûlage sur place (oui = 1; non = 2; impl. = 1 si concentration glace > 5,9/10)
	Taux de brûlage sur place dans concentration glace > 5,9/10 ou à l'intérieur de barrages ignifuges (impl. = 80 %)
	Jours de brûlage effectif (impl. = 3)
	Taux de combustion à l'heure (impl. : 100 t/h)
	Taux de récupération de hydrocarbures au large (impl. : 3,8 %)
	Pourcentage d'hydrocarbures échoués atteints par mesures (impl. : 100 % près de berges; 0 % loin des berges)
	Taux de récupération sur les berges (impl. : 47 %)
Coûts	
26	Coût de la cargaison par baril (\$CAN)
5 500	Manque à gagner par jour (\$CAN)
60	Jours d'indisponibilité
5 000 000	Montant des dommages au navire
	Coût de récupération par des barrages mis en place par le navire, par tonne (impl. = 75 \$)
	Coût de récupération par transbordement, par tonne (inconnu)
	Coût de traitement au moyen de dispersant épanché par C130, par tonne (impl. 347 \$ @ 1:15)
	Coût de brûlage sur place, par tonne (impl. : 13 \$)
	Coût de récupération mécanique au large, par tonne (impl. : 9 991 \$)
	Coût de récupération sur les berges, par tonne (impl. : vulnérabilité élevée = 22 000 \$; moyenne = 6 000 \$; faible = 1 000 \$)
	Réparations civiles (impl. : vulnérabilité élevée = 1,7 million \$; moyenne = 1 million \$; faible = 500 000 \$)
	Dommages aux ressources naturelles et amendes (impl. : vulnérabilité élevée = 1 million \$; moyenne = 100 000 \$; faible = 10 000 \$)

Figure 14. Paramètres du modèle de coûts de déversement

	Hydrocarbures (tonnes)	Coût de nettoyage (C\$)	Réparations civiles (C\$)	Domages aux ressources naturelles et amendes (C\$)	Domages au navire (C\$)	% du coût
Cargaison dans réservoir(s)	4 500					
Fuite primaire	1 110					
Fuite secondaire (min.)	240					
Brûlage accidentel	0					
Déversement total	1 350					
Domages au navire					226 730 \$	
Coût de la cargaison					390 000 \$	
Manque à gagner					5 000 000 \$	25.2 %
Domages au navire						
Mesures correctives autonomes						
Transfert à bord	2 400					
Transbordement	750					
Récupération par barrages	75 \$/tonne récupérée	0 \$				
Hydrocarbures perdus	1 350					0 %
Nettoyage au large						
C130 avec ADDS et dispersant @ 1:15						
347 \$/tonne traitée	0	0 \$				
Brûlage sur place	13 \$/tonne brûlée	0				
Récupération mécanique	9 991 \$/tonne récupérée	51	512 434 \$			
Évaporation	0					2.3 %
Atténuation des conséquences						
Hydrocarbures touchant le littoral	1 298					
Réparations civiles	1 700 000		1 700 000 \$			
Domages aux ressources naturelles/amendes	1 000 000			1 000 000 \$		
Hydrocarbures échoués atteints par mesures	1 298					
Nettoyage des berges, protection et élimination	22 000 \$/tonne récupérée	610	13 425 574 \$			
Hydrocarbures laissés pour réc. naturelle ou biorestauration	668					72.5 %
Totaux partiels		13 937 998 \$	1 700 000 \$	1 000 000 \$	5 610 730 \$	100 %
Total						22 248 728 \$

Figure 15. Sortie du modèle de coûts de déversement

Coûts de nettoyage des prises d'eau de réseaux municipaux et industriels

Les coûts de nettoyage d'une prise d'eau de réseau municipal ont été évalués à 50 000 \$. Quant au nettoyage d'une prise d'eau de réseau industriel, il coûterait, selon des estimations beaucoup moins fiables, cinq fois plus cher, soit 250 000 \$. La municipalité de Bécancour a été consultée pour établir les hypothèses ci-après et ventiler les divers coûts associés au nettoyage d'une prise d'eau de réseau municipal contaminée par des hydrocarbures.

Hypothèses :

- l'alerte est reçue trop tard pour que le réseau puisse être mis hors service avant l'arrivée du mazout;
- le personnel sur place (en permanence) se rend compte visuellement du mazoutage du bassin d'arrivée et interrompt le pompage;
- nécessité d'intervenir rapidement : embauche de contractants de l'extérieur (coûts multipliés par 2).

Coûts de nettoyage d'un réseau municipal :

- prise d'eau : 2 000 \$;
- bassin : 5 000 \$
- conduites d'eau : 2 000 \$
- pompes (au nombre de 4) : 20 000 \$
- décanteurs, mélangeur rapide, etc. : 20 000 \$
- coût total : 50 000 \$.

Coûts de nettoyage d'un réseau industriel :

- le nettoyage d'une prise d'eau de réseau industriel coûterait environ cinq fois plus cher que celui d'une prise d'eau de réseau municipal, car le volume d'eau traitée est 12 fois plus élevé – cette proportion tient également compte de la moins grande complexité du traitement de l'eau à usage industriel.

La zone étudiée ne s'étendait pas, en aval, jusqu'à la prise d'eau à usage industriel de Bécancour, mais elle englobait celle de la papetière Kruger. Des coûts de 250 000 \$ ont donc été appliqués au nettoyage de la prise d'eau de cette usine.

Manque à gagner des petits ports de plaisance et coûts de nettoyage des embarcations

Un petit port de plaisance avec bar/restaurant assumerait vraisemblablement une perte de 20 000 \$ par semaine. Les propriétaires de bateaux de plaisance auraient en outre des coûts à assumer pour le nettoyage de leurs embarcations, ce qui pourrait porter la facture à 14 000 \$, en supposant qu'un petit port de plaisance héberge une moyenne de 20 bateaux. Les coûts de nettoyage d'une embarcation de plaisance ont été évalués à 700 \$ par bateau, en supposant des bateaux de 9,5 m de longueur en moyenne. Ces coûts ont été établis après consultation d'une entreprise de transport de bateaux (9). Ils comprennent le levage du bateau, le transport aller-retour sur 300 km, le nettoyage comme tel et l'élimination des déchets huileux.

En résumé, les coûts de nettoyage des infrastructures et les réparations civiles s'élèveraient à au moins 342 000 \$, pour trois ports de plaisance, une prise d'eau de réseau municipal et une prise d'eau à usage industriel. Les pertes d'entreprise pour les trois ports s'élèveraient à environ 60 000 \$ pour une semaine. Les autres pertes, telles la perte de chiffre d'affaires dû à la chute du tourisme et les

répercussions sur les activités récréatives, n'ont pas été évaluées. Le cas échéant, les coûts passeraient vraisemblablement à la catégorie maximale des réparations civiles du modèle de coûts de déversement, soit 1 700 000 \$ pour une zone de grande vulnérabilité. Les coûts de nettoyage du fleuve et des berges dépasseraient 8 millions \$; les amendes pour les torts à l'environnement pourraient atteindre le maximum, soit 1 million \$; enfin, les dommages causés au navire, la perte de la cargaison et les pertes d'entreprise pourraient dépasser 5 millions \$. Cela porte à 22,2 millions \$ le coût d'un seul déversement de pétrole de 1 350 m³.

8.2 Modélisation d'un incendie/d'une explosion d'essence

Selon ce scénario, un navire transporteur de produits pétroliers raffinés chargé d'essence entre en collision avec un autre navire près du port de Trois-Rivières, alors qu'il se trouve dans la course de Pointe-des-Ormes. Se produit alors un déversement de 1 350 m³ d'essence, qui a été modélisé à l'aide du progiciel PHAST de modélisation des conséquences.

Lorsqu'on évalue le risque d'un incendie ou d'une explosion à bord d'un pétrolier, il est important de prendre en compte la mécanique de l'inflammation. Lorsque le pétrole s'enflamme, les émanations de gaz brûlent en produisant une flamme visible. Pour que la combustion se propage, le mélange gaz-air doit respecter des proportions précises. Ces proportions, exprimées en pourcentage du volume total, sont désignées *limites supérieure et inférieure d'inflammabilité* (LSI, LII). Les pétroliers transportent généralement des charges dont le pourcentage du gaz en mélange avec l'air varie de 1 p. 100 (LII) à 10 p. 100 (LSI). Pour parer à tout risque d'incendie/explosion à bord d'un pétrolier, il faut faire en sorte que les sources d'allumage soient constamment isolées des atmosphères inflammables.

L'essence, transportée en phase liquide dans les navires de transport de produits raffinés, appartient à la catégorie des liquides inflammables. Sa LII est de 1,4 p. 100 et sa LIS, de 7,6 p. 100, à 20 °C. L'essence est modérément toxique à l'inhalation, à l'ingestion et au toucher.

8.2.1 Modélisation du scénario

Aux fins de l'analyse, trois scénarios de vent ont été choisis dans la base de données d'Environnement Canada, soit : une vitesse de 1,5 m/s présentant une stabilité de Pasquill de catégorie *F*, de 5,6 m/s avec une stabilité *A* et 7,2 m/s, toujours avec une stabilité *A*. La catégorie *A* correspond à des conditions très instables, et la catégorie *F*, à des conditions très stables.

Selon l'hypothèse de collision étudiée, une rupture catastrophique des réservoirs entraînerait un rejet instantané de l'essence dans le fleuve, ce qui correspond à la pire éventualité plausible. Les caractéristiques chimiques de l'essence déversée

ont été précisées dans la base de données concernant les mélanges, y compris les températures et les pressions pertinentes.

Le modèle calcule d'abord le déversement de la cargaison liquide et les conséquences de celui-ci, selon diverses issues possibles, en fonction du produit considéré. Dans le cas de l'essence, on compte trois grandes issues possibles : un feu en nappe, un embrasement éclair et une explosion. Pour chaque scénario, le programme délimite une zone d'impact, qui englobe des installations industrielles et des infrastructures portuaires dans le port de Trois-Rivières.

8.2.2 Résultats – Incendie/Explosion

Panache d'un embrasement éclair

La pire éventualité plausible est une collision avec un vent de 1,5 m/s en conditions de stabilité *F*. Un embrasement éclair détruit tout ce qui se situe à l'intérieur du panache. À la LII précisée pour l'essence, le rayon du panache est d'environ 500 m, et à 0,5 de LII, il atteint au delà de 600 m, comme on peut le voir à la figure 16. La zone d'impact comprendrait alors des installations industrielles et des infrastructures portuaires dans le port de Trois-Rivières.

Portée du rayonnement thermique d'un feu en nappe

Trois degrés de rayonnement thermique sont précisés :

- 4 kW/m² : au bout de 20 secondes d'exposition, la personne commence à ressentir de la douleur et sa peau présente des brûlures du deuxième degré («cloches»);
- 12,5 kW/m² : la sensation de douleur apparaît au bout de 4 secondes d'exposition;
- 37,5 kW/m² : rayonnement causant la mort et des dommages matériels.

Les résultats ne sont pas très sensibles aux conditions météorologiques, car les vents n'influent que sur l'angle d'inclinaison de la zone de rayonnement au-dessus du feu en nappe.

La figure 17 montre la portée d'un rayonnement de 37,5 kW, qui est d'environ 200 m, et celle d'un rayonnement de 4 kW, qui est de 350 m. Dans le cas qui nous occupe, une portée de 200 m atteindrait à peine le littoral. Là aussi, la zone d'impact engloberait des installations industrielles et des infrastructures portuaires dans le port de Trois-Rivières.

Suppression d'explosion à allumage différé

Le scénario d'un vent de 1,5 m/s à stabilité *F* représente encore une fois la pire éventualité plausible parmi les trois conditions météorologiques. La figure 18 montre les endroits associés aux suppressions d'explosion les plus élevées. Une suppression de 0,21 bar cause des dégâts aux immeubles à ossature d'acier, lesquels peuvent se tordre et être éjectés de leurs fondations. Rappelons qu'il doit y avoir une source d'allumage pour que le nuage de gaz explose. La zone d'impact engloberait des installations industrielles et des infrastructures portuaires.

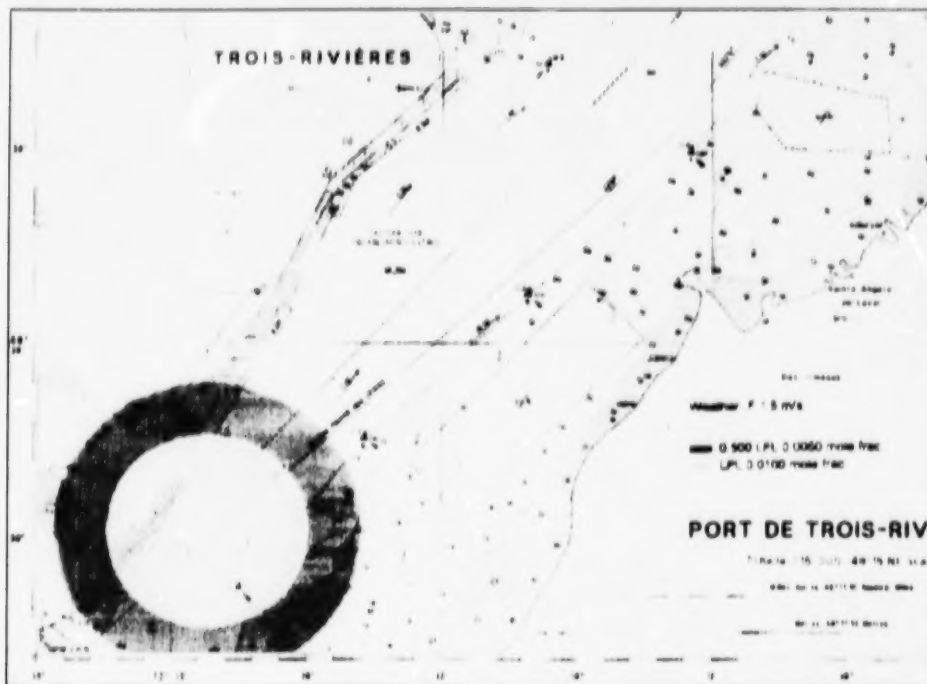


Figure 16. Panache d'un embrasement éclair

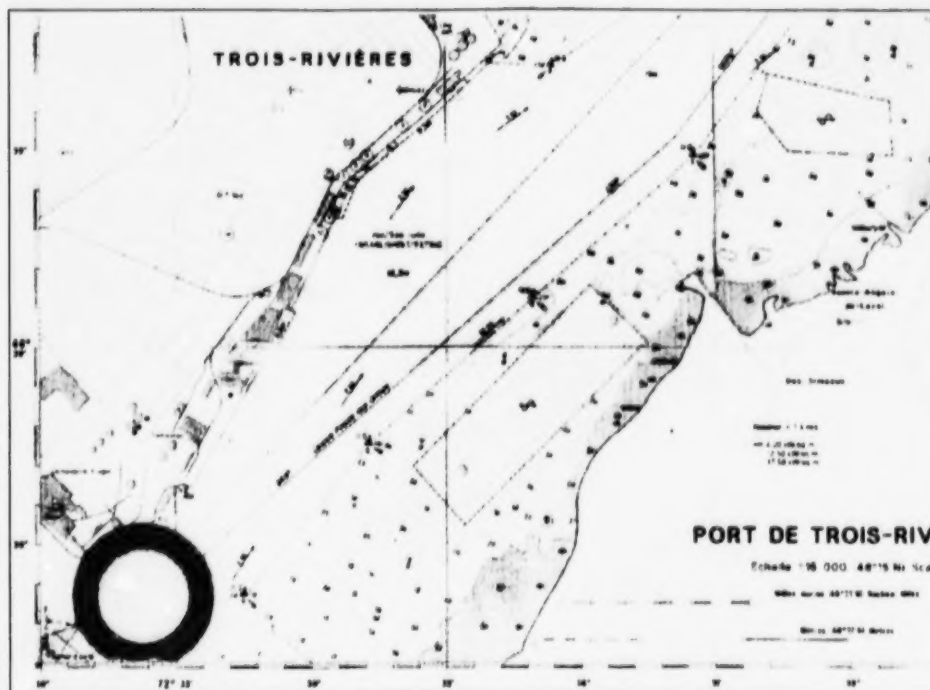


Figure 17. Portée du rayonnement thermique d'un feu en nappe

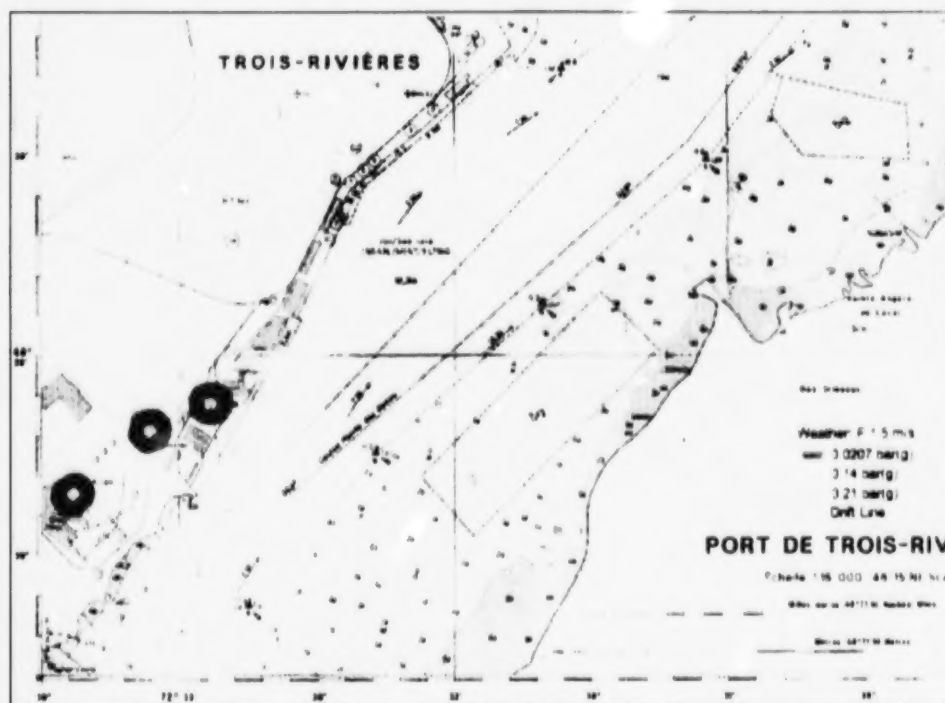


Figure 18. Suppression d'explosion à allumage différé



9 Conclusions et recommandations

9.1 Outil DMS

Le rapprochement des valeurs DMS et LC et des données d'accidents confirme la relation attendue entre le ratio LC/DMS et le taux d'accidents dans les secteurs étudiés. Le peu de données accidentologiques disponibles a posé des limites à la validation de la méthode DMS. Comme il est peu probable que l'on dispose jamais de données d'accidents suffisantes, il faudra continuer d'appuyer la méthode DMS sur les opinions d'experts. Des perfectionnements seront possibles au fur et à mesure que la méthode sera utilisée et qu'on en évaluera les résultats.

La méthode et les valeurs DMS découlent directement des pratiques de navigation en vigueur. Cela, et l'accueil favorable reçu des acteurs du milieu (tant du gouvernement que de l'industrie), donne à penser que la méthode DMS constitue un outil rationnel pour évaluer les besoins en matière de sécurité et le niveau du risque sur le fleuve.

Il est toujours possible d'incorporer d'autres causes d'accidents à l'outil DMS, pour autant qu'elles soient étayées par des données. L'outil permet en outre de prendre en compte d'autres mesures visant à assurer la sécurité de la navigation, comme un système de positionnement global différentiel (DGPS), le Système électronique de visualisation des cartes marines (SEVCM) et les Services de communication et de trafic maritimes (SCTM).

9.2 Analyse du risque

L'analyse du risque combine les données d'accidents et de trafic et l'analyse des conséquences décrite aux sections 7 et 8. L'analyse accidentologique a couvert un vaste secteur du fleuve et a débouché sur une plus grosse masse de données concernant les navires et les accidents qu'il avait été prévu à l'origine. L'analyse des conséquences a porté sur deux scénarios de collision dans le secteur de Trois-Rivières : un mettant en cause un navire transportant de l'essence, l'autre, un navire transportant du mazout.

La fréquence des collisions entre des navires en transit dans le secteur de Pointe-des-Ormes a été établi à 8 en 22,5 ans, soit une probabilité de 0,36 par année (voir l'annexe A, tableau 10). Il y a 15 p. 100 de chances que ces navires transportent du pétrole ou des produits raffinés (40/259, voir le tableau 4).

On a évalué la gravité des conséquences associées à une marée noire dans le lac Saint-Pierre en établissant la probabilité d'un déversement de 1 350 m³ de pétrole, lors d'une collision. Cette probabilité est de 0,013 (voir le tableau 8). Ainsi, la probabilité annuelle d'un déversement correspond à la probabilité annuelle d'une collision entre un pétrolier (0,054), multipliée par la probabilité conditionnelle d'un déversement (0,013). De là, on peut s'attendre à un déversement d'importance

moyenne une fois tous les 1 428 ans, soit 0,0007 fois par année (nota : cette estimation ne vaut que pour le secteur de Pointe-des-Ormes).

Tableau 8. Probabilité de déversement de pétrole

Gravité des conséquences	Échouement	Abordage	Talonnage
p(déversement > 10 000 t, étant donné un incident)	0,0006	0,0003	0,0001
Ampleur moyenne du déversement	10 000	10 000	10 000
p(déversement > 136 et <10 000 t, étant donné un incident)	0,029	0,013	0,007
Ampleur moyenne du déversement	900	900	900
p(déversement < 136 t, étant donné un incident)	0,065	0,019	0,040
Ampleur moyenne du déversement	15	15	15

Source : Système de navigation maritime de sécurité (10)

Il existe de nombreux angles sous lesquels envisager les coûts d'un déversement. Il n'était pas nécessaire de réaliser une analyse coûts-avantages, mais les risques associés à une collision mettant en cause un pétrolier ont été chiffrés, de façon à obtenir le coût de l'un des nombreux scénarios de risques possibles. Si le coût d'un déversement de pétrole est de 22,2 millions \$, le coût annuel d'un déversement dans le secteur Pointe-des-Ormes s'élève à 15 580 \$; mais les coûts des dommages causés par une collision seraient engagés tous les trois ans et ceux-ci pourraient atteindre 5,6 millions \$ par incident, ou 2 millions \$ par année.

L'outil DMS a servi à cerner l'effet de divers facteurs (type de navire, conditions de navigation, configuration d'aides à la navigation) sur la sûreté de la navigation sur la portion du Saint-Laurent comprise dans la région Laurentienne. Toute modification du NDS associé aux aides à la navigation proposée par l'AASL influera sur la sécurité de la navigation sur le fleuve et sur le coût des conséquences potentielles d'incidents. Ces modifications touchant la sûreté sont présentées à l'annexe B. Par exemple, un scénario mettant en cause deux porte-conteneurs naviguant l'été, en conditions de visibilité restreinte dans la course de Pointe-du-Lac a révélé un risque de 28 p. 100 supérieur à celui auquel ils sont exposés avec le NDS actuel (voir le tableau 3).

9.3 Recommandations

- L'outil DMS sera distribué aux membres de l'atelier, à qui il sera demandé d'en faire un examen approfondi et de noter tous les changements apportés, de sorte que les relations de positionnement puissent être modifiées pour refléter les avis d'experts.
- Comme les valeurs produites par l'outil DMS pour les trois secteurs étudiés ont révélé une fluctuation du risque en fonction du NDS associé aux aides à la navigation, toute modification des aides à la navigation ou des services

de pilotage devrait s'appuyer sur une analyse de la section de voie navigable à l'aide de l'outil DMS.

- L'équipe de chercheurs devrait entreprendre une étude concertée avec la GCC sur l'effet des aides à la navigation électroniques, comme le DGPS et le SEVCM, sur l'élément «qualité de positionnement» de l'outil DMS.
- L'outil DMS et le Système de navigation maritime de sécurité (SNMS) devraient être utilisés pour évaluer les coûts des conséquences potentielles d'un incident sur une section du fleuve, pour ensuite comparer ces coûts avec ceux correspondant à la fourniture de divers NDS d'aides à la navigation.
- Il est recommandé que la GCC poursuive le développement du modèle et obtienne d'autres avis d'experts, concernant d'autres tronçons du fleuve. La méthode DMS a été l'objet d'une validation limitée, en raison du peu de données disponibles. Comme il est peu vraisemblable que l'on disposera jamais de données accidentologiques suffisantes, il faudra continuer de s'en remettre à l'opinion d'experts pour perfectionner la méthode DMS et la rendre applicable à différentes voies navigables.



Références

1. Association internationale des ports et Association internationale permanente des congrès de navigation (1997). *Les chenaux d'accès – Guide de conception*. AIPCN.
2. Association internationale de signalisation maritime (1993). *IALA Aids to Navigation Guide (Navguide)*. AISM.
3. Garde côtière canadienne (1985). *Lignes directrices pour l'évaluation des répercussions sur la navigation*, TP 10387F. GCC, Aides et Voies navigables.
4. United States Coast Guard (1985). *Short Range Aids to Navigation Systems Design Manual for Restricted Waterways*. Eclectech Associates Division of Ship Analytics, Incorporated.
5. MIL Systems (1997), *Risk Assessment – Tanker Consequence Analysis* report # 1736-0011-01.
6. Schmidt Etkin, D. (1998). *Financial Costs of Oil Spills Worldwide*. Cutter Information Corporation.
7. Jaques, R. *Cost of Oil Pollution – Direct and Indirect Environmental Costs/Impacts*, ENS '95. Det Norske Veritas Industry A/S, 1322 Høvik, Norway.
8. Loughnane, L. (1994). *Arctic Tanker Risk Analysis Phase II, Main Report Volume 2*, TP 12325E. Centre de développement des transports, pp. 47-68.
9. Don's Boat Transport, Victoria, C.-B.
10. Judson, B. (1997). *Marine Navigation Safety System Interactive Unit Process Functional Specifications IT-6531.3*. (document inédit), Centre de développement des transports, p. A-10.

Annexe A : Analyse accidentologique

Table des matières

A1	ANALYSE ACCIDENTOLOGIQUE	1
	<i>Étape 0. Données MARSIS</i>	<i>3</i>
	<i>Étape 1. Choix des types d'accidents et des emplacements pertinents</i>	<i>3</i>
	<i>Étape 2. Choix des accidents ayant pour cause une erreur de manœuvre ou de positionnement.....</i>	<i>3</i>
	<i>Étape 3. Choix des types de navires pertinents</i>	<i>3</i>
	<i>Étape 4. Choix des dossiers concernant des navires en transit seulement.....</i>	<i>4</i>
	<i>Étape 5. Élimination des accidents non pertinents</i>	<i>4</i>
	<i>Étape 6. Répartition des accidents selon la gravité des dommages</i>	<i>5</i>
	<i>Étape 7. Taux d'accidents par secteur de point d'appel et par gravité des dommages.....</i>	<i>5</i>
A2	VALEURS DMS ET TAUX D'ACCIDENTS	7
A3	CONCLUSIONS	12
A4	TABLEAUX	13



Nota : Les 13 tableaux cités ci-après sont regroupés à la suite du texte.

A1 Analyse accidentologique

L'analyse accidentologique exposée dans le document principal et la présente annexe est tirée d'une recherche effectuée en juin 1999 par John Shortreed, Diana Del Bel Belluz et Geoff Knapp, de l'Institute for Risk Research, Université de Waterloo.

Cette analyse avait pour objectif de valider la démarche sous-jacente à la méthode DMS (design minimum de sécurité) pour la conception d'un chenal de navigation. Les données analysées ont beau couvrir plus de 20 ans, elles sont loin d'être suffisantes pour permettre une validation des détails du modèle. C'est pourquoi le travail s'est effectué à un niveau de détail intermédiaire, regroupant plusieurs sections du fleuve et plusieurs périodes. Comme le montrent les résultats, la validité globale de la méthode a pu être attestée, mais on devra continuer de recourir à des avis d'experts pour confirmer la validité de ses détails. De plus, on verra que l'insuffisance de données pose des limites à l'analyse de celles-ci.

L'analyse a porté sur les données d'accidents du système MARSIS (Système informatique sur la sécurité maritime) concernant le fleuve Saint-Laurent. Les buts de l'analyse étaient : a) d'établir le profil du risque le long du fleuve, en particulier des risques d'échouement, d'abordage et de talonnage de pétroliers, de cargos et de navires à passagers; b) de définir des taux d'accidents pour différentes sections du fleuve, afin de les comparer avec les valeurs DMS correspondantes, et de valider ainsi la méthodologie DMS; c) d'examiner les accidents directement associés à des problèmes de manœuvre et de positionnement, reliés à la fourniture d'aides à la navigation.

Exposé de la démarche

Les données d'accidents ont été puisées dans la base de données MARSIS couvrant tout le Canada de 1975 à 1997. De ces données ont été extraites celles qui concernaient les accidents survenus sur le Saint-Laurent, attribuables à des problèmes de positionnement et de manœuvre du navire, en excluant les accidents survenus dans les ports. La figure 1 illustre les différentes étapes de dépouillement de la base qui ont amené les chercheurs à ne retenir que les dossiers pertinents à la présente étude. Chaque étape est expliquée en détail ci-après. Outre les données d'accidents, la démarche a aussi porté sur des relevés de trafic, qui ont permis d'établir les niveaux d'exposition au risque pour l'année 1995-1996.

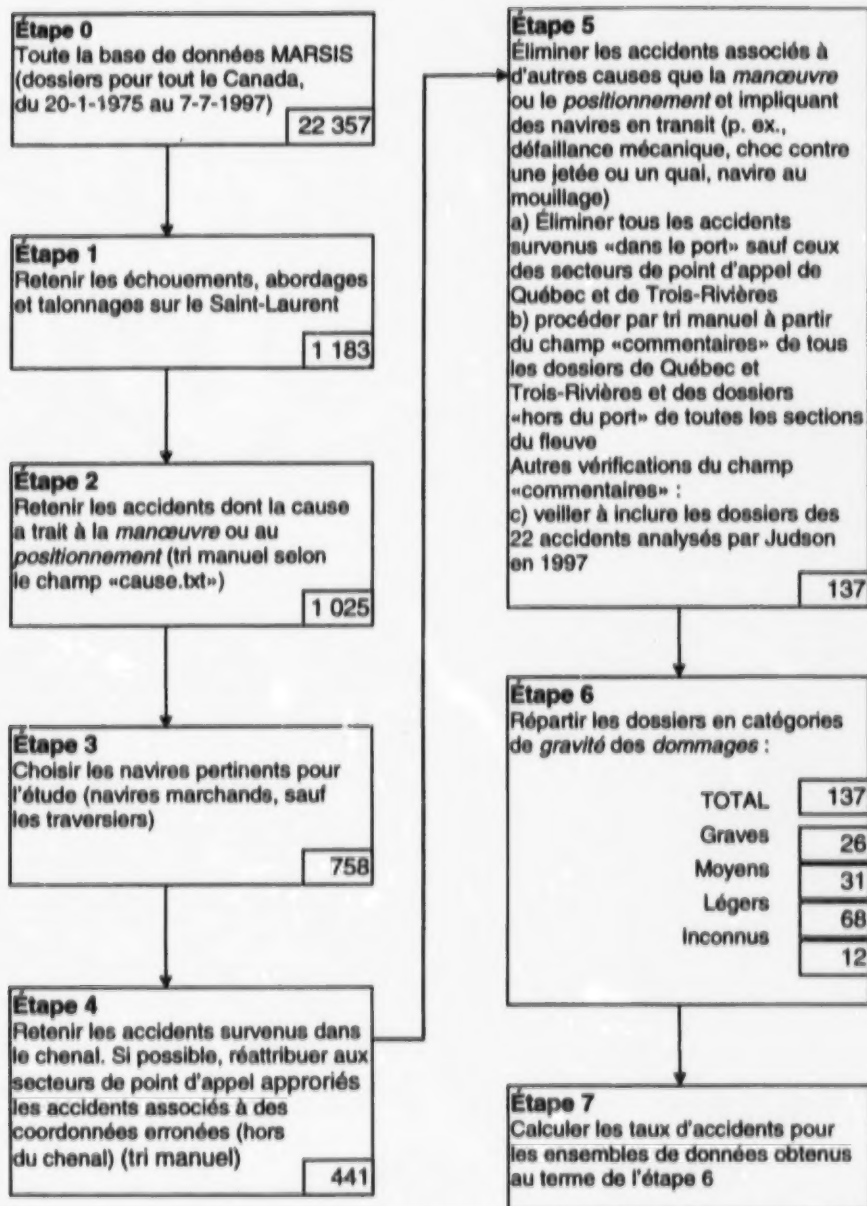


Figure 1. Étapes de la sélection des données

Étape 0. Données MARSIS

La base de données MARSIS contient des renseignements tirés des rapports établis à la suite d'accidents survenus entre le 20 janvier 1975 et le 7 juillet 1997. Les données couvrent donc une période de 22,5 ans pour l'ensemble du Canada. À cela s'ajoutent les dossiers d'accidents qui se sont produits à l'extérieur des eaux territoriales canadiennes et qui ont été signalés à Recherche et sauvetage, CCG et au BST. Les dossiers contenus dans la base de données MARSIS ont été reçus sous forme de tableau MapInfo et l'analyse a été effectuée au moyen des outils d'analyse SIG du logiciel MapInfo et de la base de données Excel.

Étape 1. Choix des types d'accidents et des emplacements pertinents

On a procédé à une requête en langage SQL du logiciel MapInfo pour éliminer tous les dossiers de la base de données MARSIS, sauf ceux qui concernaient des échouements, des abordages et des talonnages. Puis, à l'aide de l'outil de sélection radiale de MapInfo, une série de cercles ont été créés pour sélectionner les accidents survenus sur le Saint-Laurent entre Montréal et Les Escoumins. Au total, 1 183 dossiers ont ainsi été retenus.

L'étape 1 a débouché sur un ensemble de données qui concerne l'ensemble du fleuve Saint-Laurent; mais à l'étape 4, les données ont été réparties selon les 19 secteurs de point d'appel coïncidant avec les 19 zones géographiques de l'étude. C'est également à l'étape 4 que les dossiers concernant des accidents survenus hors du chenal de navigation principal ont été éliminés.

Étape 2. Choix des accidents ayant pour cause une erreur de manœuvre ou de positionnement

Les accidents causés par des «facteurs humains» ou des erreurs de manœuvre ou de navigation sont pertinents à la présente étude, car on peut penser que de meilleures aides à la navigation permettraient de les prévenir. La ventilation de «l'ensemble des 1 183 dossiers» de l'étape 1 selon le champ «cause1.txt» de la base de données MARSIS est montrée au tableau 1. Ce tableau indique les catégories de causes potentiellement reliées à la manœuvre ou au positionnement du navire; mais à l'étape 5, ces catégories ont été examinées plus attentivement et tous les accidents non attribuables à des problèmes de manœuvre ou de positionnement (p. ex., défaillance mécanique, etc.) ont été éliminés. Cette étape a porté à 1 025 le nombre de dossiers retenus.

Étape 3. Choix des types de navires pertinents

Le tableau 2 donne la ventilation par type de navire de «l'ensemble des 1 025 accidents» potentiellement reliés à des erreurs de manœuvre ou de positionnement. Les types de navires ci-après ont été rejetés, étant jugés sans intérêt dans le cadre de la présente étude : Traversier; Navire de l'État; Autre_de

plus de 20 m; Autre_de moins de 20 m; Remorqueur; Remorqueur_avec_barge pour hydrocarbures. Après ce tri, il restait 758 dossiers. Le tableau 2 donne aussi la ventilation par type de navire et type d'incident de ces 758 dossiers.

Étape 4. Choix des dossiers concernant des navires en transit seulement

Comme on l'a vu à l'étape 1, le logiciel MapInfo et les coordonnées indiquées dans le dossier d'accident ont servi à attribuer les accidents à l'un des 19 secteurs de point d'appel compris dans l'étude. Les accidents qui, d'après ces coordonnées, sont survenus à l'extérieur du chenal (voire sur la terre ferme!) ont été retirés de la base. Chaque accident ainsi rejeté a par la suite été scruté et, si c'était possible (p. ex., capacité de relier l'accident à un secteur de point d'appel, malgré des coordonnées erronées dans le dossier), réattribué au secteur approprié par B. Judson. À la fin de cette étape, il restait 441 accidents dans la base de données.

Le tableau 3 répartit les accidents dans les catégories abordages, échouements et talonnages, soit les 441 retenus (en caractères gras) et les accidents rejetés (pour être survenus en amont de Montréal, p. ex.).

Le tableau 4 donne la répartition des 441 accidents dans les 19 secteurs de point d'appel compris dans la zone étudiée, selon le type d'accident (abordage, échouement et talonnage). On se souviendra que chaque secteur de point d'appel comprend un tronçon de quelque 10 NM de longueur et que les données couvrent 22,5 ans. Malgré ce niveau d'aggrégation, on note de nombreux «zéro accident». Il appert donc que les données sont insuffisantes pour permettre de tirer des conclusions détaillées de l'analyse accidentologique, même si la zone d'étude détient le record du nombre d'accidents au Canada.

Étape 5. Élimination des accidents non pertinents

À cette étape, des tris manuels ont été effectués pour ne retenir que les accidents associés à des erreurs de manœuvre ou de positionnement par des navires en transit dans le chenal, dans lesquels les aides à la navigation pourraient avoir eu un rôle à jouer. Pour commencer, les accidents désignés dans le système MARSIS comme étant survenus «dans un port» ont été éliminés, sauf quand il s'agissait des ports de Québec et de Trois-Rivières, où le chenal et le port coïncident. Le tableau 5 montre le résultat de cette étape, qui a fait passer le nombre des accidents de 441 à 329.

Un deuxième tri manuel a eu lieu dans les 329 dossiers restants aux fins :

- d'éliminer les accidents «portuaires» survenus à Québec et Trois-Rivières (p. ex., les dossiers qui contenaient les mots «jetée», «quai», «port», et «bassin»),

- d'éliminer les accidents dus à une défaillance mécanique ou à des causes désignées par un code erroné dans la base MARSIS,
- d'ajouter les accidents éliminés dans un premier temps mais qui, à l'examen, se sont avérés mal codés dans la base MARSIS,
- d'ajouter les accidents qui ont fait l'objet d'un rapport du BST mais non inclus dans la base de données.

Au terme de cette étape, la base de données comportait 137 dossiers d'accidents. Les dossiers qui portaient sur des collisions avec la rive, une bouée ou les glaces ont été retenus.

Étape 6. Répartition des accidents selon la gravité des dommages

Le tableau 6 affecte aux accidents le degré de «gravité des dommages» qui leur avait été attribué dans le système MARSIS, en reprenant la même échelle à trois paliers : légers, moyens et graves. Des 137 accidents, 12 n'ont reçu aucun classement selon ce critère, car le champ pertinent de la base MARSIS contenait la mention «inconnus».

Étape 7. Taux d'accidents par secteur de point d'appel et par gravité des dommages

Pour calculer les taux d'accidents par secteur de point d'appel, il fallait des relevés annuels du trafic dans chaque secteur. Ces données ont été extraites de la base DADS pour l'année 1995-1996 (nombre de navires selon l'heure et le type de navire). Le tableau 7 donne les relevés de trafic dans chaque secteur de point d'appel, pour chaque type de navire. À noter que seules les données se rapportant aux navires marchands (à l'exception des traversiers) ont été utilisées et que les mouvements dans les ports ne sont pas compris dans les relevés. Les types de navires non compris dans les données (voir tableau 2) ont été exclus des relevés de trafic. On a supposé que les relevés de trafic au niveau d'un point d'appel donnaient une indication fiable de l'intensité du trafic dans l'ensemble du secteur. L'exposition au risque (c.-à-d. le nombre de navires en transit pendant les 22,5 ans couverts par l'analyse) a été établie en supposant que les données de 1995-1996 étaient représentatives des données couvrant les 22,5 ans.

Le tableau 8 donne les taux d'accidents selon le type (abordage, échouement, talonnage) pour chaque secteur de point d'appel. Il donne des taux d'accidents globaux et des taux selon la gravité des dommages. Les taux d'accidents ont été établis en divisant le nombre d'accidents par l'exposition au risque. Ces taux sont exprimés en «par 100 000 NM parcourus», soit :

$$\begin{aligned} \text{Taux} \\ \text{d'accidents} \\ \text{pour le secteur} &= \frac{(\text{Nombre d'accidents dans le secteur de point d'appel } x \text{ d'après l'étape 6}) \times}{(100\,000 \text{ NM})} \\ \text{de point} & \\ \text{d'appel } x & \frac{(\text{Trafic annuel dans le secteur de point d'appel } x) \times (\text{longueur du tronçon en NM} \\ & \text{traversant le secteur de point d'appel } x) \times (22,5 \text{ ans})}{} \end{aligned}$$

Prenons, par exemple, au tableau 8, le secteur de point d'appel 5, «Les Escoumins». On y enregistré en un an un trafic de 4 857 navires, multipliés par 22,5 ans, multipliés par la longueur du tronçon traversant le secteur, soit 16,7 NM, ce qui donne une exposition au risque de 1 825 017 NM-navires. Comme le nombre total d'accidents est de 3, le taux d'accidents par 100 000 NM-navires est de 0,16, comme le montre le tableau 8.

Le tableau 8 indique, pour chaque secteur de point d'appel, le taux moyen d'accidents et l'écart type. Les taux d'accidents qui dépassent de plus de 1 écart type la moyenne sont en caractères gras, ce qui ne devrait se produire seulement dans 15 p. 100 des cas. Au nombre des secteurs de point d'appel associés à des taux d'accidents élevés selon ce critère, on retrouve Québec, Grondines et Pointe-des-Ormes, si l'on tient compte du taux d'accidents «global». Lorsqu'on ne tient compte que des accidents reliés à des dommages «graves», les secteurs de point d'appel affichant des taux d'accidents élevés sont Saint-Augustin, Grondines et Pointe-des-Ormes.

On constate, au tableau 8, un taux d'accidents plus faible entre Les Escoumins et Québec qu'entre Québec et Montréal. Mais la limitation des données saute aux yeux, puisqu'on trouve des zéros dans de nombreuses cases. Pour ce qui est des accidents associés à des dommages graves, on en dénombre 26 en 22,5 ans, soit environ 1,2 par année.

Les tableaux 9 et 10 donnent une image claire des types d'accidents et des endroits où ils sont survenus.

A2 Valeurs DMS et taux d'accidents

La comparaison des valeurs DMS et des taux d'accidents constituait un moyen de valider la méthode DMS, c.-à-d. de confirmer le lien entre le ratio «largeur de chenal»/«design minimum de sécurité» (LC/DMS) et le taux d'accidents. On s'attendait qu'un faible ratio LC/DMS soit associé à un taux d'accidents élevé. De plus, les taux d'accidents ont été comparés entre l'été et l'hiver.

La méthode DMS reflète fidèlement les avis d'experts utilisés pour déterminer la largeur des sections de navigation en place, puisqu'on constate un rapport constant entre la valeur DMS et la largeur de chenal fournie. Ainsi, la figure 2 illustre la relation entre les valeurs DMS attribuées aux sections comprises dans les secteurs de point d'appel 10, 19 et 20 (correspondant à des chenaux de trafic bidirectionnel bien définis et confinés) pour la navigation d'été, en conditions de visibilité restreinte, et la largeur de chenal actuellement disponible. La corrélation entre les valeurs DMS et la largeur de chenal disponible donne une idée de la façon dont la largeur du chenal a évolué, avec le temps, pour respecter la largeur minimale de sécurité. La relation linéaire illustrée à la figure 2 indique un ratio LC/DMS de 1,16, soit un «facteur de sécurité» de seulement 16 p. 100.

Malgré la faible taille de l'échantillon d'accidents et les estimations LC/DMS, il est possible d'observer une concordance entre des taux d'accidents élevés et des valeurs LC/DMS faibles. Les tableaux 11 et 12 donnent une comparaison entre l'été (mai à septembre inclusivement) et l'hiver. Ces tableaux ressemblent au tableau 8, qui porte sur toute l'année. Il a été possible de départager les données se rapportant aux mois d'été et aux mois d'hiver en analysant de nouveau la base de données DADS et en recalculant les taux d'accidents pour l'été et pour l'hiver. Dans chaque tableau, les taux d'accidents sont calculés pour chaque secteur de point d'appel ainsi que pour tout le fleuve. Pour tout le fleuve, le taux d'accidents reliés à des problèmes de navigation s'établit à 0,35 par 100 000 NM-navires. Pour l'hiver, cette valeur est de 0,65 et pour toute l'année, de 0,50. Le niveau de signification de l'écart entre les taux d'accidents enregistrés en hiver et en été est de seulement 5 p. 100.

Le tableau 13 présente les taux d'accidents et les ratios LC/DMS (la largeur réelle du chenal divisée par la largeur minimale de sécurité) pour les secteurs de point d'appel 6-7, 10-11 et 19-20. Les valeurs DMS utilisées pour calculer les ratios LC/DMS sont les valeurs DMS médianes pour l'ensemble des sections comprises dans un secteur de point d'appel. Les données du tableau 13 sont représentées graphiquement à la figure 3.

LC par rapport à la valeur DMS (trafic bidirectionnel)
(Secteurs de point d'appel 10, 19, 20)

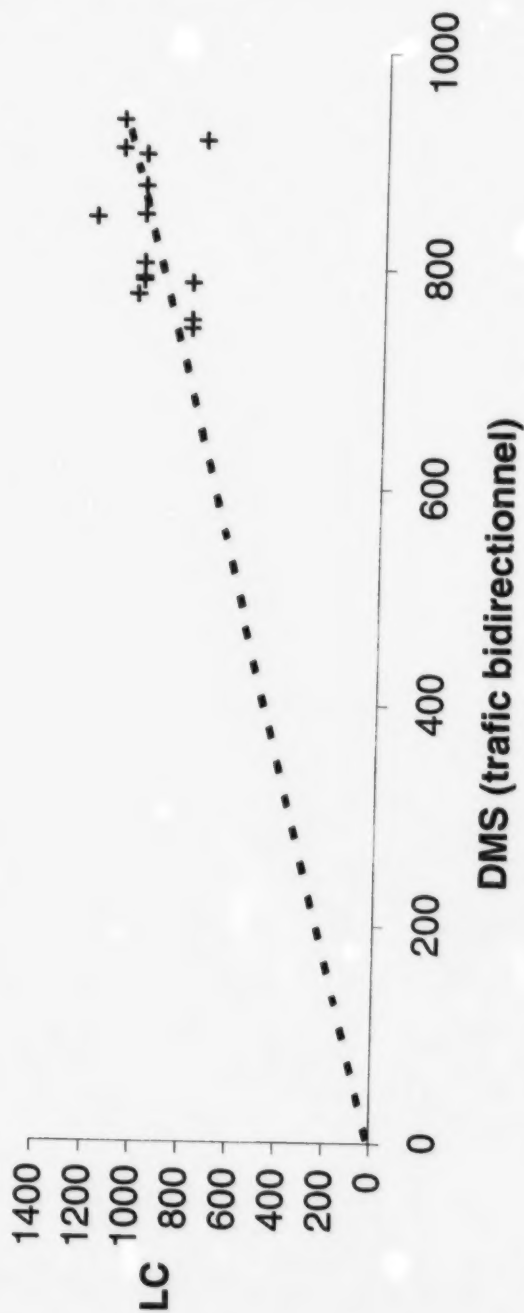


Figure 2. Comparaison de la largeur de chenal (LC) et des valeurs DMS (été, visibilité restreinte)

Taux d'accidents par rapport au LC/DMS - été, hiver, année

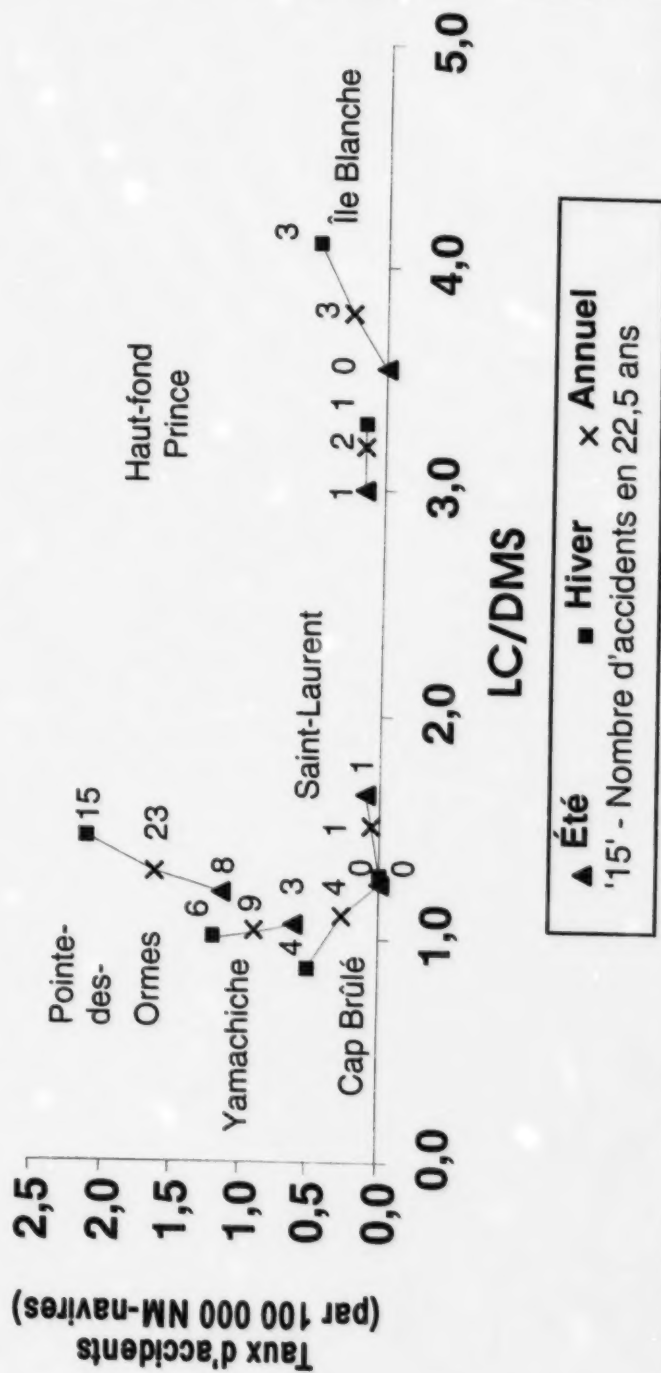


Figure 3. Comparaison des taux d'accidents en été, en hiver et toute l'année

La figure 3 présente les données du tableau 13 sous la forme d'une corrélation entre le ratio LC/DMS médian pour un secteur de point d'appel et le taux d'accidents. Chaque secteur de point d'appel est représenté par trois points : un pour l'été, un pour l'hiver et un pour toute l'année. La limitation des données apparaît clairement, la plupart des relevés d'accidents en 22,5 ans étant inférieurs à 4, ce qui signifie une marge d'erreur de 25 p. 100 de plus ou moins un accident. Les données reflètent toutefois la tendance attendue, à savoir une augmentation du taux d'accidents en raison inverse du ratio LC/DMS. Cette relation est valable autant en été, en hiver que toute l'année – de faibles ratios LC/DMS (près de 1,0) sont associés à des taux d'accidents élevés.

On note, à la figure 3, une relation similaire entre le ratio LC/DMS et le taux d'accidents en hiver et en été, mais en chiffres absolus, les taux d'accidents sont plus élevés en hiver qu'en été.

Tant à la figure 3 qu'au tableau 13, c'est aux secteurs de point d'appel 19 et 20 que sont associées le plus de données d'accidents. Ces secteurs affichent de faibles ratios LC/DMS et des taux d'accidents élevés par rapport aux autres. De plus, d'après les ratios LC/DMS, on s'attendrait à des taux d'accidents plus élevés dans le secteur 20 que dans le secteur 19, mais c'est plutôt l'inverse qu'on observe. Une des sections du secteur 19 présente un ratio LC/DMS de 0,82, ce qui laisse croire qu'elle contribue au taux élevé d'accidents. Mais la figure 4, qui montre les emplacements réels des accidents dans les secteurs 19 et 20 ainsi que les valeurs LC/DMS de chaque section, contredit cette interprétation. On y remarque en effet une faible densité de données d'accidents à des emplacements précis et il est difficile de dégager des conclusions significatives quant aux différences entre les sections. Il convient toutefois de noter que les sections comprises dans ces deux secteurs de point d'appel affichent des taux d'accidents beaucoup plus élevés que la plupart des autres secteurs du fleuve. Ainsi, la relation générale mise en évidence par la figure 3 ne peut être observée au niveau de détail représenté par la figure 4, en raison des restrictions liées aux données.

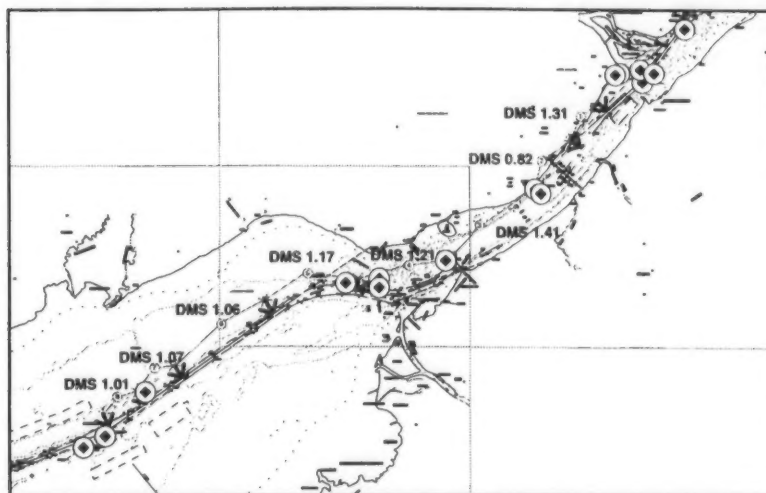


Figure 4. Comparaison détaillée du LC/DMS et des emplacements d'accidents dans les secteurs 19 et 20

A3 Conclusions

Le rapprochement des valeurs DMS et LC (largeur du chenal) et des données d'accidents confirme la relation attendue entre les ratios LC/DMS et les taux d'accidents dans les six secteurs de point d'appel étudiés.

Le peu de données accidentologiques disponibles pose des limites à la validation de la méthode DMS. (Ce qu'il n'y a pas lieu de déplorer, du point de vue de la sécurité maritime). Comme il est peu probable que l'on dispose jamais de données d'accidents suffisantes, il faudra continuer d'appuyer la méthode DMS sur les opinions d'experts.

Les valeurs obtenues à l'aide de la méthode DMS sont mises en corrélation avec les pratiques en vigueur et cela, conjugué à l'accueil favorable que lui ont réservé les acteurs du milieu, donne à penser que la méthode DMS constitue un outil rationnel pour évaluer les besoins en matière de sécurité et le niveau du risque sur le fleuve.

Les taux d'accidents sont significativement moins élevés en été qu'en hiver. Cet écart est clairement relié aux difficultés posées par la navigation l'hiver, mais l'analyse des accidents n'a fait ressortir aucun facteur de risque particulier.

Au fur et à mesure que la méthode DMS sera utilisée et continuellement perfectionnée en rétroaction des résultats obtenus, il sera possible d'y apporter des modifications appuyées sur des faits.

A4 Tableaux

Tableau 1. Sélection des accidents potentiellement dus à des problèmes de manœuvre ou de positionnement, selon la classification des causes de la base de données MARSIS (étape 2)

Inscription – Champ Cause1.txt	Choisi*	N	Inscription – Champ cause1.txt	Choisi*	N
ANCRE A CHASSÉ		3	MÉCANIQUE – GÉNÉRAL – AUTRE		11
CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES – GÉNÉRAL		6	AUCUNE CAUSE		1
COMMANDES AUTOMATIQUES DES MACHINES		3	OBSTRUCTION		3
GALETS DANS LE CHENAL		1	CHENAL OBSTRUÉ		2
DISJONCTEUR DÉBRANCHÉ		2	HUILE – CANALISATION (D')		2
BOUÉE DÉPLACÉE – GÉNÉRAL (HORS POSITION)	X	2	PRESSIION D'HUILE – MANQUE DE		3
APPARAUX DE MANUTENTION – MAL DISPOSÉS		1	JETÉE/QUAI – CONCEPTION MÉDIOCRE		1
CAUSE INCONNUE	X	45	TUYAUTERIE – CIRCULATION D'EAU		1
CHENAL – PEU PROFOND		1	HÉLICE, PAS VARIABLE		7
UTILISATION DES CARTES ET DU MATÉRIEL DE NAVIGATION – AUTRE	X	1	BARRE – GÉNÉRAL		1
MACHINES, COMMANDE DES – PASSERELLE	X	5	ÉTAT DE LA MER – GÉNÉRAL	X	3
COURANT – GÉNÉRAL	X	14	MANŒUVRE DU NAVIRE – GÉNÉRAL	X	5
FORT TIRANT D'EAU		1	COMMANDE DE GOUVERNAIL – ÉLECTRIQUE		7
CONCEPTION DU NAVIRE – DÉFAUT DE		1	COMMANDE DE GOUVERNAIL – HYDRAULIQUE		4
NAVIRE DIFFICILE À MANŒVRER	X	1	COMMANDE DE GOUVERNAIL – MÉCANIQUE		5
PANNE/ÉTAT DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE – AUTRE		6	APPAREIL À GOUVERNER		17
MACHINE PRINCIPALE		14	RUPTURE DUE À UNE CONTRAINTE		1
MACHINE PRINCIPALE – CALÉE		14	ÉTAT STRUCTUREL – AUTRE		2
MATÉRIEL – ENTRETIEN DÉFAILLANT		1	SUCCION – BERGE	X	8
MATÉRIEL – AUTRE		4	SUCCION – ENTRE NAVIRES	X	1
ERREUR DE JUGEMENT – GÉNÉRAL	X	19	HOULE D'UN AUTRE NAVIRE	X	1
DÉFENSES – BRIS		2	PROPULSEUR D'ÉTRAVE		1
DÉFENSES INSUFFISANTES		3	TOUÉE – SECTIONNÉE		5
COMBUSTIBLE – CONTAMINÉ		4	ÉTAT GÉNÉRAL DU NAVIRE – AUTRE		2
FUSIBLE – PANNE		1	VISIBILITÉ	X	11
GÉNÉRATEUR – ÉLÉMENTS ÉLECTRIQUES		8	REMOUS PROVOQUÉ PAR UN AUTRE NAVIRE		1
GÉNÉRATEUR – ÉLÉMENTS MÉCANIQUES		3	VENT	X	20
FACTEUR HUMAIN – GÉNÉRAL	XXX	364	VENT – RAFALE	X	6
HYDRAULIQUE, CANALISATION		1	VENT – BOURRASQUE	X	1
GLACES	X	31	(champ vide)	XX	487
NAVIRE LÉGER (NON CHARGÉ)		1			
			Total		1,183
			Total des accidents «sélectionnés»		1,025

* Observations concernant les accidents analysés (Nota : l'analyse présentée dans le présent rapport a porté sur l'ensemble des données) :

- XXX Seuls les 364 accidents dus à un «FACTEUR HUMAIN – GÉNÉRAL» ont été inclus dans l'analyse présentée à l'annexe B du rapport *Méthode de conception fondée sur le risque pour la navigation dans le chenal du Saint-Laurent*, publié le 1^{er} septembre 1998.
- XX Les 487 dossiers ne contenant aucune information dans le champ Cause.txt ont été inclus dans l'analyse qui a fait l'objet du supplément au rapport susmentionné, publié le 29 septembre 1998.
- X La combinaison de toutes les autres catégories «Cause.txt» sélectionnées a abouti à l'ajout de 173 dossiers pour l'analyse entreprise en octobre 1998. Les résultats exposés dans le présent rapport concernent tout l'ensemble de données, soit 1 025 accidents.

**Tableau 2. Sélection des navires marchands pertinents
par type d'accident (étape 3)**

TYPE_DE_NAVIRE	Choisi	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	Total
Vraquier	X	128	110	136	374
Cargo	X	63	43	79	185
Navire-citerne – produits chimiques	X	6	5	7	18
Porte-conteneurs	X	7	6	11	24
Traversier		13	6	11	30
Bateau de pêche	X	3	3	1	7
Navire de l'État		23	18	26	67
Transporteur de gaz – GPL ou NGL	X	0	1	0	1
Autre – plus de 20 m		9	12	7	28
Autre – moins de 20 m		24	2	7	33
Passagers	X	12	11	21	44
Navire-citerne – plus de 50 000 TPL	X	0	0	2	2
Navire-citerne – moins de 50 000 TPL	X	40	28	35	103
Remorqueur		46	32	27	105
Remorqueur avec barge à hydrocarbures		2	2	0	4
Total		376	279	370	1 025
Total retenu pour l'étape 4		259	207	292	758

**Tableau 3. Dossiers sélectionnés dans le chenal
par type d'accident (étape 4)**

Catégorie*	TYPE_D'ACCIDENT			Total
	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	
INTÉRIEUR	137	153	148	438
MONTRÉAL	110	41	130	281
AJOUTÉ	0	3	0	3
S.O.	1	3	4	8
SOUSTRAIT	0	2	0	2
EXTÉRIEUR	11	5	10	26
Total	259	207	292	758
Total sélectionné	137	156	148	441

* Signification des catégories :

INTÉRIEUR : À l'intérieur des secteurs de point d'appel

EXTÉRIEUR : À l'extérieur des secteurs de point d'appel

S.O. : À l'extérieur et reclassé comme non pertinent en raison du type d'accident ou de sa cause

AJOUTÉ : À l'extérieur et ajouté dans le secteur de point d'appel en raison de sa proximité et de sa pertinence

MONTRÉAL : À l'extérieur du secteur de point d'appel 25 (Montréal Est)

Tableau 4. Accidents par secteur de point d'appel et type d'accident (étape 4)

SECTEUR DE POINT D'APPEL		TYPE_D'ACCIDENT			Total
#	Nom	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	
5	LES ESCOUMINS	4	1	2	7
6	HAUT-FOND PRINCE	0	2	0	2
7	ÎLE BLANCHE	1	2	0	3
0	CAP AU SAUMON	0	1	0	1
8	CAP-AUX-OIES	6	3	4	13
9	GRAND-POINT	0	0	0	0
10	CAP BRÛLÉ	0	8	0	8
11	SAINT-LAURENT	2	2	0	4
13	QUÉBEC	43	12	89	144
14	SAINT-AUGUSTIN	3	8	2	13
15	DONNACONA	3	12	0	15
16	GRONDINES	4	17	2	23
17	BATISCAN	3	16	5	24
19	POINTE-DES-ORMES (Trois-Rivières)	20	15	19	54
20	YAMACHICHE	4	6	0	10
21	ÎLE DES BARQUES	18	26	9	53
22	TRACY	2	9	3	14
24	CAP SAINT-MICHEL	0	0	0	0
25	MONTRÉAL EST	24	16	13	53
Total		137	156	148	441

**Tableau 5. Élimination des accidents non pertinents
dans les ports (étape 5a)**

	Dans le port	Hors du port	Total
Trois-Rivières et Québec	169	29	198
Autres secteurs de point d'appel	112	131	243
Total	281	160	441
Total partiel navires choisis pour tri manuel, étape 5	169	160	329

Tableau 6. Ventilation des accidents par gravité des dommages

GRAVITÉ DE L'AVARIE		Gravité des conséquences	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	
#	Description					Total
0		Légères	0	0	1	1
1	NON AVARIÉ	Légères	2	11	0	13
11	AVARIÉ	Légères	3	1	1	5
12	AUCUNE AVARIE APPARENTE	Légères	4	30	1	35
14	ÉRAFLURE	Légères	2	3	0	5
15	BOSELURE	Légères	1	2	2	5
16	TRÈS MINEURE	Légères	0	2	2	4
17	MINEURE	Moyennes	8	1	6	15
21	PERFORATION	Graves	0	11	1	12
22	MOYENNE	Moyennes	9	4	0	13
24	CONSIDÉRABLE	Moyennes	1	1	1	3
31	ÉTENDUE	Graves	2	9	0	11
32	TRÈS ÉTENDUE	Graves	2	1	0	3
99	INCONNU	Inconnues	7	4	1	12
	Grand Total		41	80	16	137
SOMMAIRE par catégorie de gravité des conséquences						
	Total partiel (légères)		12	49	7	68
	Total partiel (moyennes)		18	6	7	31
	Total partiel (graves)		4	21	1	26
	Total partiel (inconnues)		7	4	1	12
	Total		41	80	16	137

Tableau 7. Relevés annuels du trafic tirés du système DADS (12 mois – 1995-1996)

TYPE DE NAVIRE		NUMÉRO DE SECTEUR DE POINT D'APPEL																				Grand Total
		0	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	19	20	21	22	24	25		
BARGE BARGE AUTOPROPULSÉE GCC BRISE-GLACE GCC PATROUILLEUR GCC SAUVETAGE GCC SCIENTIFIQUE GCC RAVITAILEMENT GCC BALISEUR DRAGUEUR AÉROGLISSEUR MARCHAND (CITERNE) MARCHAND VRAC MARCHAND PROD. CHIMIQUES MARCHAND CONTENEURS MARCHAND TRAVERSIER MARCHAND ESSENCE MARCHAND GÉNÉRAL/VRAC MARCHAND GAZ LIQUÉFIÉ MARCHAND MINÉRAI MARCHAND MINÉRAI/VRAC/MAZ. MARCHAND PASSAGERS MARCHAND FRIGORIFIQUE MARCHAND ROULIER AUTRE SPÉCIALISÉ SPÉCIALISÉ RECHERCHE SPÉCIALISÉ RAVITAILEMENT SPÉCIALISÉ TOURISME SPÉCIALISÉ FORMATION REMORQUEUR REMORQUEUR OCÉANIQUE REMORQUEUR RAVITAILEMENT NAVIRE DE GUERRE SURFACE NAVIRE DE GUERRE - GÉNÉRAL YACHT À MOTEUR (vide) Total Total partiel MARCHANDS (sauf traversiers)	6	2	4	5	5	5	5	5	7	3	3	3	3	2	1	1	2	2	2	2	64	
	2	2	0	2	2	1	20	17	3	6	6	6	7	3	6	6	0	0	0	0	89	
	83	74	94	83	76	87	91	98	47	46	41	26	24	58	39	26	14	12	12	1031		
	5	8	21	10	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52		
	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	56		
	1	1	1	1	1	1	3	21	16	18	20	14	8	25	12	15	5	6	4	173		
	24	11	18	25	24	25	38	47	26	39	37	44	60	115	124	173	60	50	44	984		
	1	1	0	1	1	1	2	21	3	6	5	1	1	1	1	7	9	9	8	79		
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	10		
	2	2	1	4	1	2	2	2	4	5	10	10	12	11	68	64	48	30	33	44	353	
	566	558	549	561	564	563	561	563	550	637	639	640	638	615	619	621	695	733	961	11833		
	2339	2528	2424	2337	2335	2325	2323	2324	2324	2268	2305	2305	2302	2311	2156	2179	2178	1940	1992	2002	42873	
	316	325	319	318	319	317	318	315	293	244	243	244	246	237	236	234	231	231	228	5214		
	670	671	665	668	673	677	672	673	673	676	675	669	673	669	670	669	669	669	671	12752		
	13	9	14	20	12	17	19	20	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	0	0	147	
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	38	
	494	559	522	504	500	493	487	490	462	424	423	419	420	380	383	383	363	367	371	8444		
	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	151	
	93	92	92	92	94	93	92	93	92	94	94	94	94	91	94	96	3	4	4	4	1503	
	42	42	41	42	42	42	42	41	33	20	20	20	20	20	18	18	18	18	19	556		
	301	52	290	321	321	329	347	396	88	111	112	126	131	131	131	134	137	141	144	3743		
	18	20	17	18	18	17	17	18	17	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	300		
	260	266	235	263	244	245	246	245	249	248	249	250	250	247	247	247	246	246	246	4729		
	24	22	25	29	25	26	26	26	26	20	23	23	23	23	26	27	28	23	22	19	460	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	9	43	36	110	
3	23	10	3	3	3	4	7	8	13	13	13	13	16	43	24	35	11	11	17	260		
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
46	0	45	60	38	33	33	33	35	22	46	46	46	46	45	44	44	44	46	46	765		
0	0	0	0	0	0	3	3	5	6	11	11	11	10	18	6	4	4	4	4	100		
96	109	78	117	111	128	132	149	118	118	119	119	117	115	113	147	144	121	234	163	2430		
17	26	16	17	17	16	16	16	16	18	18	18	18	18	16	16	16	21	22	25	347		
7	7	4	8	12	14	14	14	14	10	11	11	12	12	14	14	14	8	8	9	203		
22	23	20	23	23	22	22	22	23	17	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	386		
6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	91		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3		
5471	5453	5523	5552	5483	5507	5557	5689	5075	5185	5179	5166	5190	5145	5158	5203	4713	4953	5129	100331			
4849	4857	4928	4871	4876	4866	4869	4923	4488	4535	4535	4538	4557	4321	4354	4357	4080	4179	4424	87407			

Tableau 8. Taux d'accidents annuels par secteur de point d'appel et gravité des dommages

Secteur de point d'appel					Total		Ventilation par gravité des dommages ***					
#	Norm	Relevé annuel du trafic**	Longueur	NM parcourus	Accidents	Annuel	Graves		Moyens		Légers	
		Nombre (95-96)	(NM, arrondis)	(N x NM réels)	(N en 22,5 ans)	TAUX d'accidents*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*	N en 22,5 ans	TAUX annuel*
5	LES ESCOUMINS	4 857	17	81 112	3	0,16	0	0,00	0	0,00	3	0,16
6	HAUT-FOND PRINCE	4 928	13	65 542	2	0,14	2	0,14	0	0,00	0	0,00
7	ÎLE BLANCHE	4 871	11	55 042	3	0,24	0	0,00	2	0,16	1	0,08
0	CAP AU SAUMON	4 849	19	90 676	1	0,05	1	0,05	0	0,00	0	0,00
8	CAP-AUX-OIES	4 876	21	102 396	1	0,04	0	0,00	0	0,00	1	0,04
9	GRAND-POINT	4 866	16	77 856	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	CAP BRÛLÉ	4 869	14	69 627	4	0,26	2	0,13	0	0,00	2	0,13
11	SAINT-LAURENT	4 923	16	78 768	1	0,06	0	0,00	0	0,00	1	0,06
13	QUÉBEC	4 488	10	44 431	23	2,30	1	0,10	7	0,70	10	1,00
14	SAINT-AUGUSTIN	4 535	12	53 967	8	0,66	4	0,33	3	0,25	1	0,08
15	DONNACONA	4 535	14	62 130	6	0,43	0	0,00	2	0,14	3	0,21
16	GRONDINES	4 538	14	61 263	17	1,23	5	0,36	3	0,22	8	0,58
17	BATISCAN	4 557	16	72 912	13	0,79	2	0,12	1	0,06	10	0,61
19	POINTE-DES-ORMES	4 321	15	63 087	23	1,62	5	0,35	7	0,49	9	0,63
20	YAMACHICHE	4 354	10	44 411	9	0,90	2	0,20	4	0,40	3	0,30
21	ÎLE DES BARQUES	4 357	14	62 305	11	0,78	0	0,00	2	0,14	7	0,50
22	TRACY	4 080	12	50 592	4	0,35	0	0,00	0	0,00	4	0,35
24	CAP SAINT-MICHEL	4 179	11	45 969	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	MONTRÉAL EST	4 424	9	38 046	8	0,93	2	0,23	0	0,00	5	0,58
Total					137	0,50	26		31		68	
TYPE D'ACCIDENT												
Abordages					41		4		18		12	
Échouements					80		21		6		49	
Talonnages					16		1		7		7	
Moy.						0,58		0,11		0,14		0,28
Écart type						0,62		0,13		0,20		0,29
Moyenne + 1 ET						1,20		0,24		0,34		0,57

*p. ex., pour Les Escoumins : $4\ 857 \times 16,7 = 81\ 112$ milles-navires par année. $3/22,5 = 0,13$ accident par année ou par 81 112 NM, ou 0,16 accident par 100 000 NM parcourus. Données couvrant la période du 20-1-1975 au 7-7-1997.

** Comprend tous les navires marchands, sauf les traversiers, pour une année (1995-1996).

*** Sur les 137 dossiers d'accidents, 9 p. 100 indiquent «inconnus» pour la gravité des dommages. Ces dossiers sont compris dans le grand total seulement.

Les taux d'accidents qui dépassent de plus d'un écart-type (ET) et la moyenne sont indiqués en caractères gras.

**Tableau 9. Classification des 137 accidents par secteur MARSIS
et type d'accident (étape 5b)**

SECTEUR_MARSIS	TYPE D'ACCIDENT			Total
	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	
BAIE	0	1	0	1
CANAL – Y COMPRIS VOIE MARITIME	2	5	2	9
CHENAL – ACCÈS (GÉNÉRAL)	2	4	0	6
CHENAL – DÉTROIT	8	7	0	15
PORT – INTÉRIEUR, ZONE IMMÉDIATE	11	5	5	21
ZONE PORTUAIRE – GÉNÉRAL	2	4	2	8
LAC	0	3	1	4
ÉCLUSE	0	0	1	1
ZONE D'EMBARQUEMENT/DE DÉBARQUEMENT DU PILOTE – À L'APPROCHE	1	0	0	1
ZONE D'EMBARQUEMENT/DE DÉBARQUEMENT DU PILOTE – AU DÉPART	1	0	0	1
FLEUVE	14	51	5	70
Total	41	80	16	137

**Tableau 10. Classification des 137 accidents du tableau 9 selon le secteur
de point d'appel et le type d'accident (étape 5b)**

Secteur de point d'appel		Type d'accident			Total
#	Nom	ABORDAGE	ÉCHOUEMENT	TALONNAGE	
5	LES ESCOUMINS	2	1	0	3
6	HAUT-FOND PRINCE	0	2	0	2
7	ÎLE BLANCHE	1	2	0	3
0	CAP AU SAUMON	0	1	0	1
8	CAP-AUX-OIES	1	0	0	1
9	GRAND-POINT	0	0	0	0
10	CAP BRÛLÉ	0	4	0	4
11	SAINT-LAURENT	1	0	0	1
13	QUÉBEC	10	5	8	23
14	SAINT-AUGUSTIN	1	6	1	8
15	DONNACONA	1	5	0	6
16	GRONDINES	4	11	2	17
17	BATISCAN	2	11	0	13
19	POINTE-DES-ORMES	8	12	3	23
20	YAMACHICHE	4	5	0	9
21	ÎLE DES BARQUES	4	6	1	11
22	TRACY	0	4	0	4
24	CAP SAINT-MICHEL	0	0	0	0
25	MONTREAL EST	2	5	1	8
Total		41	80	16	137

Tableau 11. Comparaison des taux d'accident par secteur de point d'appel (été)

Secteur de point d'appel					Total		Ventilation par gravité des dommages ***							
#	Nom	Relevé du trafic, été** (1995-1996)	Longueur (NM arrondis)	NM parcours (N x NM réels)	Accidents		Été		Graves		Moyens		Légers	
					N en 22,5 ans	TAUX d'accidents* été	N en 22,5 ans	TAUX été	N en 22,5 ans	TAUX été	N en 22,5 ans	TAUX été*		
5	LES ESCOUMINS	2 419	17	40 394	2	0,22	0	0,00	0	0,00	2	0,22		
6	HAUT-FOND PRINCE	2 454	13	32 640	1	0,14	1	0,14	0	0,00	0	0,00		
7	ÎLE BLANCHE	2 426	11	27 411	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
8	CAP AU SAUMON	2 415	19	45 157	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
9	CAP-AUX-OIES	2 428	21	50 993	1	0,09	0	0,00	0	0,00	1	0,09		
10	GRAND-POINT	2 423	16	38 772	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
11	CAP BRÛLÉ	2 425	14	34 674	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
12	SAINT-LAURENT	2 452	16	39 226	1	0,11	0	0,00	0	0,00	1	0,11		
13	QUÉBEC	2 235	10	22 127	11	2,21	0	0,00	5	1,00	4	0,80		
14	SAINT-AUGUSTIN	2 258	12	26 875	1	0,17	0	0,00	0	0,00	1	0,17		
15	DONNACONA	2 258	14	30 940	3	0,43	0	0,00	1	0,14	2	0,29		
16	GRONDINES	2 260	14	30 509	5	0,73	2	0,29	1	0,15	1	0,15		
17	BATISCAN	2 269	16	36 310	5	0,61	0	0,00	0	0,00	5	0,61		
18	POINTE-DES-ORMES	2 152	15	31 417	8	1,13	1	0,14	3	0,42	3	0,42		
19	YAMACHICHE	2 168	10	22 117	3	0,60	0	0,00	2	0,40	1	0,20		
20	ÎLE DES BARQUES	2 170	14	31 028	4	0,57	0	0,00	1	0,14	3	0,43		
21	TRACY	2 032	12	25 195	1	0,18	0	0,00	0	0,00	1	0,18		
22	CAP SAINT-MICHEL	2 081	11	22 893	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
23	MONTREAL EST	2 203	9	18 947	2	0,47	0	0,00	0	0,00	2	0,47		
Total					48	0,35	4		13		27			
TYPE D'ACCIDENT														
Abordages					15		0		8		5			
Échouements					26		3		1		20			
Talonnages					7		1		4		2			
Moy.						0,40		0,03		0,12		0,22		
Écart type						0,54		0,08		0,25		0,23		
Moyenne + 1 ET						0,94		0,11		0,37		0,45		

*p. ex. pour Les Escoumins : 2 419 x 16,7 = 40 394 milles-navires par été. 2/22,5 = 0,09 accident par été ou par 40 394 NM ou 0,22 accident par 100 000 NM parcourus. Données couvrant la période du 20-1-1975 au 7-7-1997.

** Comprend tous les navires marchands sauf les traversiers, pendant une période estivale de six mois (1995-1996).

*** Sur les 137 dossiers d'accidents, 9 p. 100 indiquent «inconnus» pour la gravité des dommages. Ces dossiers sont compris dans le grand total seulement.

Tableau 12. Comparaison des taux d'accidents par secteur de point d'appel (hiver)

Secteur de point d'appel			Total			Ventilation par gravité des dommages ***						
#	Nom	Relevé du trafic, hiver** (1995-1996)	Longueur (NM arrondis)	NM parcours (N x NM réels)	Accident (N en 22,5 ans)	Hiver TAUX d'accidents*	Graves		Moyens		Légers	
							N en 22,5 ans	TAUX hiver*	N en 22,5 ans	TAUX hiver*	N en 22,5 ans	TAUX hiver*
5	LES ESCOUMINS	2 438	17	40 718	1	0,11	0	0,00	0	0,00	1	0,11
6	HAUT-FOND PRINCE	2 474	13	32 902	1	0,14	1	0,14	0	0,00	0	0,00
7	ÎLE BLANCHE	2 445	11	27 631	3	0,48	0	0,00	2	0,32	1	0,16
8	CAP AU SAUMON	2 434	19	45 520	1	0,10	1	0,10	0	0,00	0	0,00
9	CAP-AUX-OIES	2 448	21	51 403	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	GRAND-POINT	2 443	16	39 084	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11	CAP BRÛLÉ	2 444	14	34 953	4	0,51	2	0,25	0	0,00	2	0,25
12	SAINT-LAURENT	2 471	16	39 542	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
13	QUÉBEC	2 253	10	22 304	12	2,39	1	0,20	2	0,40	6	1,20
14	SAINT-AUGUSTIN	2 277	12	27 091	7	1,15	4	0,66	3	0,49	0	0,00
15	DONNACONA	2 277	14	31 189	3	0,43	0	0,00	1	0,14	1	0,14
16	GRONDINES	2 278	14	30 754	12	1,73	3	0,43	2	0,29	7	1,01
17	BATISCAN	2 288	16	36 602	8	0,97	2	0,24	1	0,12	5	0,61
19	POINTE-DES-ORMES	2 169	15	31 669	15	2,11	4	0,56	4	0,56	6	0,84
20	YAMACHICHE	2 186	10	22 294	6	1,20	2	0,40	2	0,40	2	0,40
21	ÎLE DES BARQUES	2 187	14	31 277	7	0,99	0	0,00	1	0,14	4	0,57
22	TRACY	2 048	12	25 397	3	0,52	0	0,00	0	0,00	3	0,52
24	CAP SAINT-MICHEL	2 098	11	23 076	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	MONTREAL EST	2 221	9	19 099	6	1,40	2	0,47	0	0,00	3	0,70
Total				612 506	89	0,65	22		18		41	
TYPE D'ACCIDENT												
Abordages					26		4		10		7	
Échouements					54		18		5		29	
Talonnages					9		0		3		5	
Moy.						0,75		0,18		0,15		0,34
Écart type						0,75		0,22		0,20		0,38
Moyenne + 1 ET						1,50		0,40		0,35		0,73

*p. ex. pour Les Escoumins : $2\,438 \times 16,7 = 40\,718$ milles-navires par hiver. $1/22,5 = 0,04$ accident par année ou par 40 718 NM ou 0,11 accident par 100 000 NM parcourus. Données couvrant la période du 20-1-1975 au 7-7-1997.

** Comprend tous les navires marchands sauf les traversiers, pendant une période hivernale de six mois (1995-1996).

*** Sur les 137 dossiers d'accidents, 9, p. 100 indiquent «inconnus» pour la gravité des dommages. Ces dossiers sont compris dans le grand total seulement.

Tableau 13. Valeurs LC/DMS et taux d'accidents représentés à la figure 3

N° PA	ÉTÉ		HIVER		TOTAL	
	LC/DMS (Médiane)	Taux acc. (N acc./ 22,5 ans)	LC/DMS (Médiane)	Taux acc. (N acc./ 22,5 ans)	LC/DMS (Moyenne des médianes)	Taux acc. (N acc./ 22,5 ans)
6	3,00	0,14 (1)	3,30	0,14 (1)	3,20	0,14 (2)
7	3,55	0,00 (0)	4,10	0,48 (3)	3,80	0,24 (3)
10	1,24	0,00 (0)	0,87	0,51 (4)	1,10	0,26 (4)
11	1,64	0,11 (1)	1,28	0,00 (0)	1,50	0,06 (1)
19	1,21	1,13 (8)	1,45	2,11 (15)	1,30	1,62 (23)
20	1,06	0,6 (3)	1,01	1,20 (6)	1,03	0,90 (9)

* Taux d'accidents pour 100 000 NM-navires

Annexe B : Tableaux et figures de travail

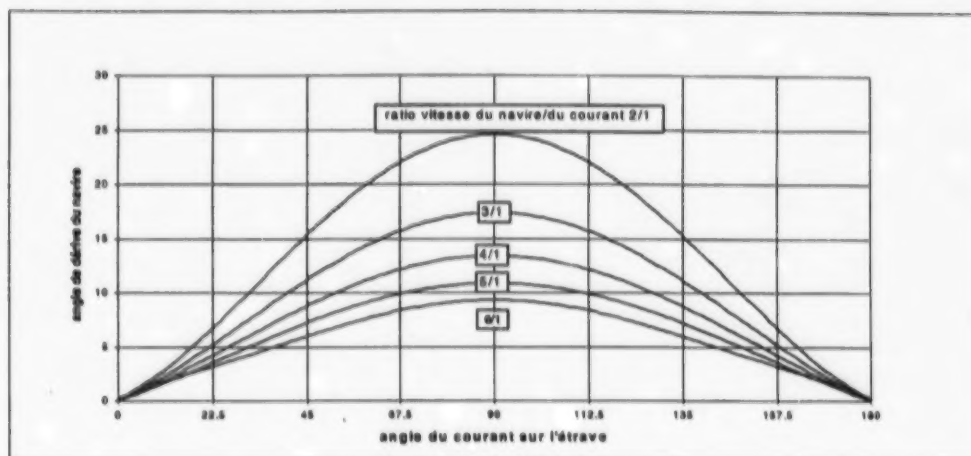


Figure 1. Angle de dérive due au courant

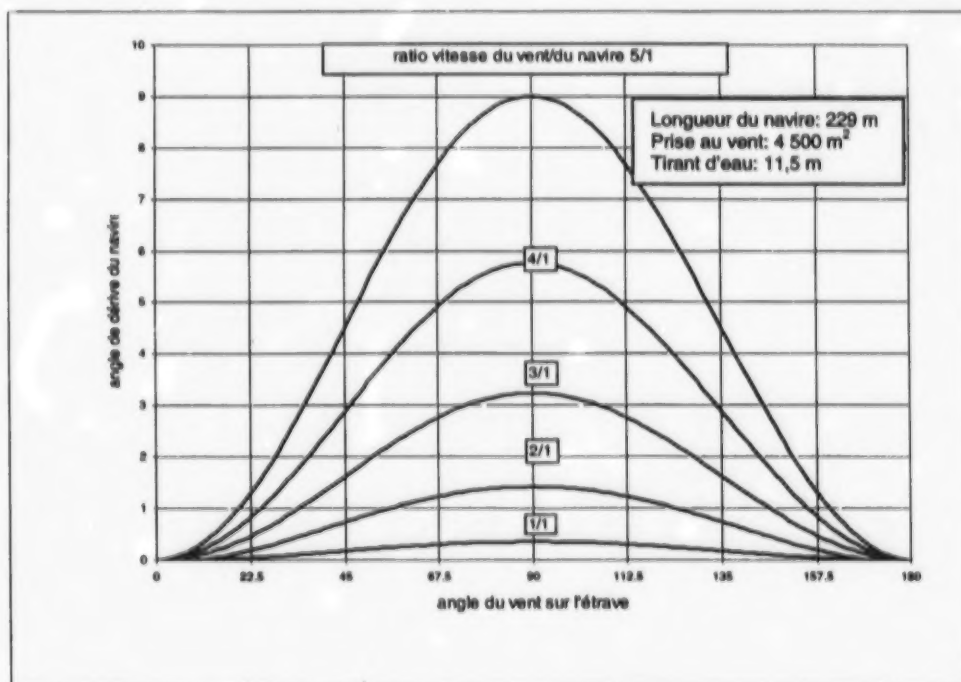


Figure 2. Angle de dérive due au vent (longueur 229 m, prise au vent 4 500 m², tirant d'eau 11,5 m)

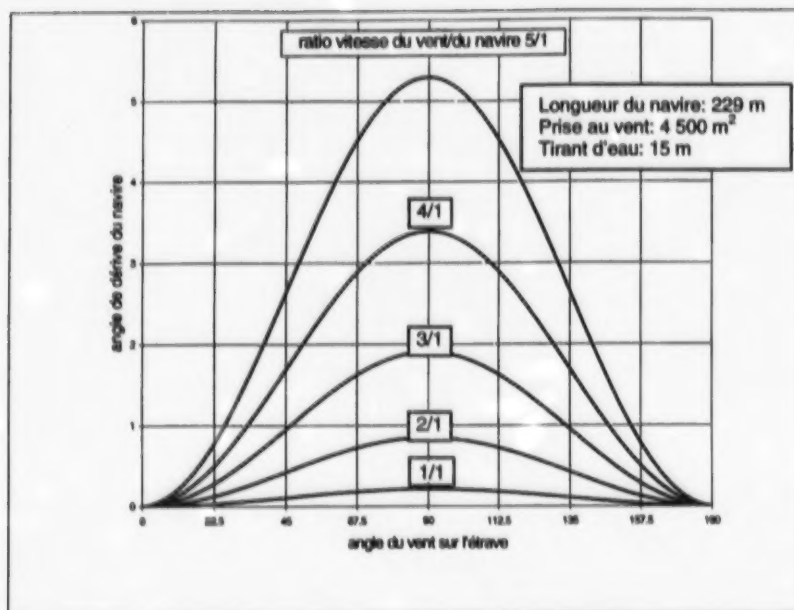


Figure 3. Angle de dérive due au vent (longueur 229 m, prise au vent 4 500 m², tirant d'eau 15 m)

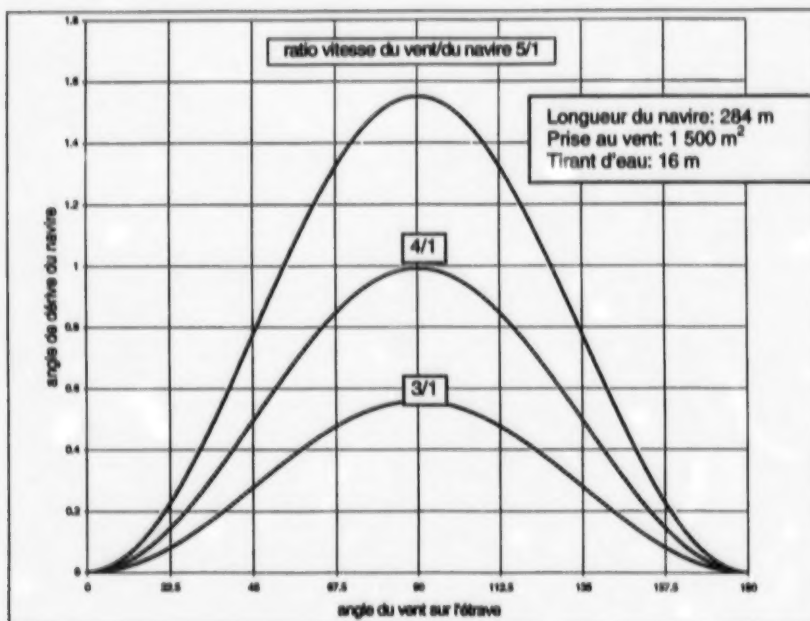


Figure 4. Angle de dérive due au vent (longueur 284 m, prise au vent 1 500 m², tirant d'eau 16 m)

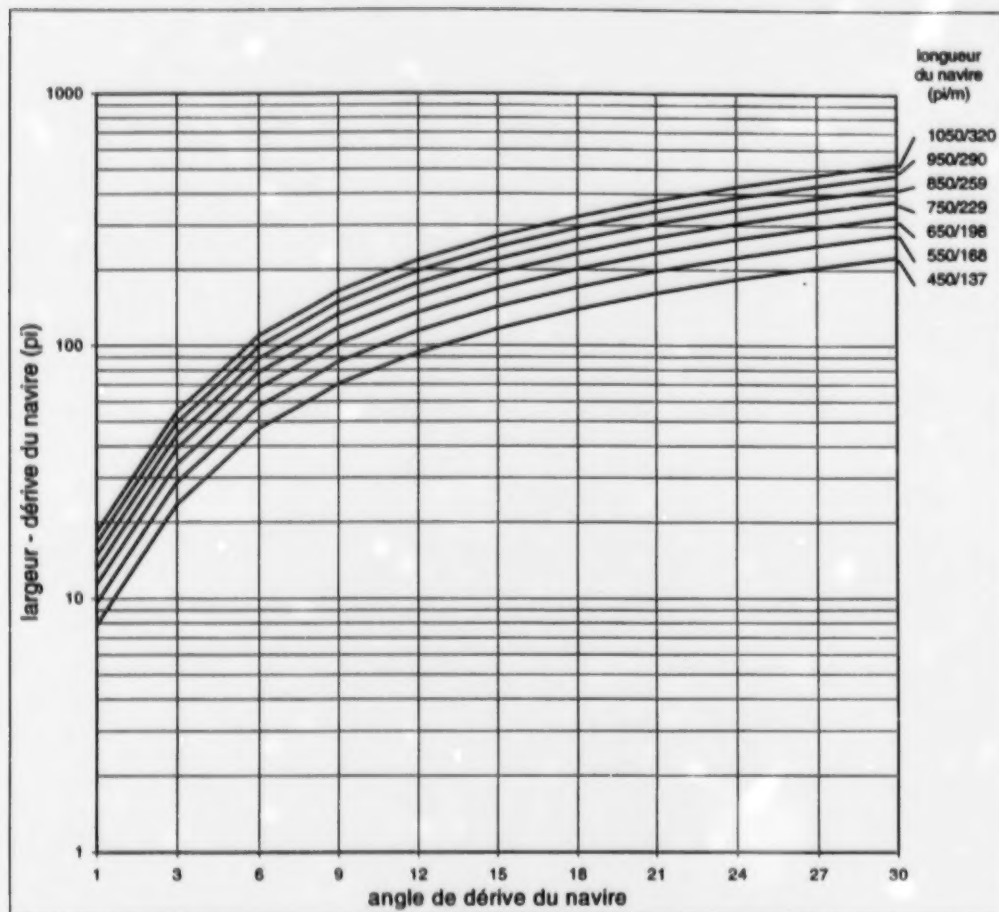


Figure 5. Largeur - dérive selon l'angle de dérive

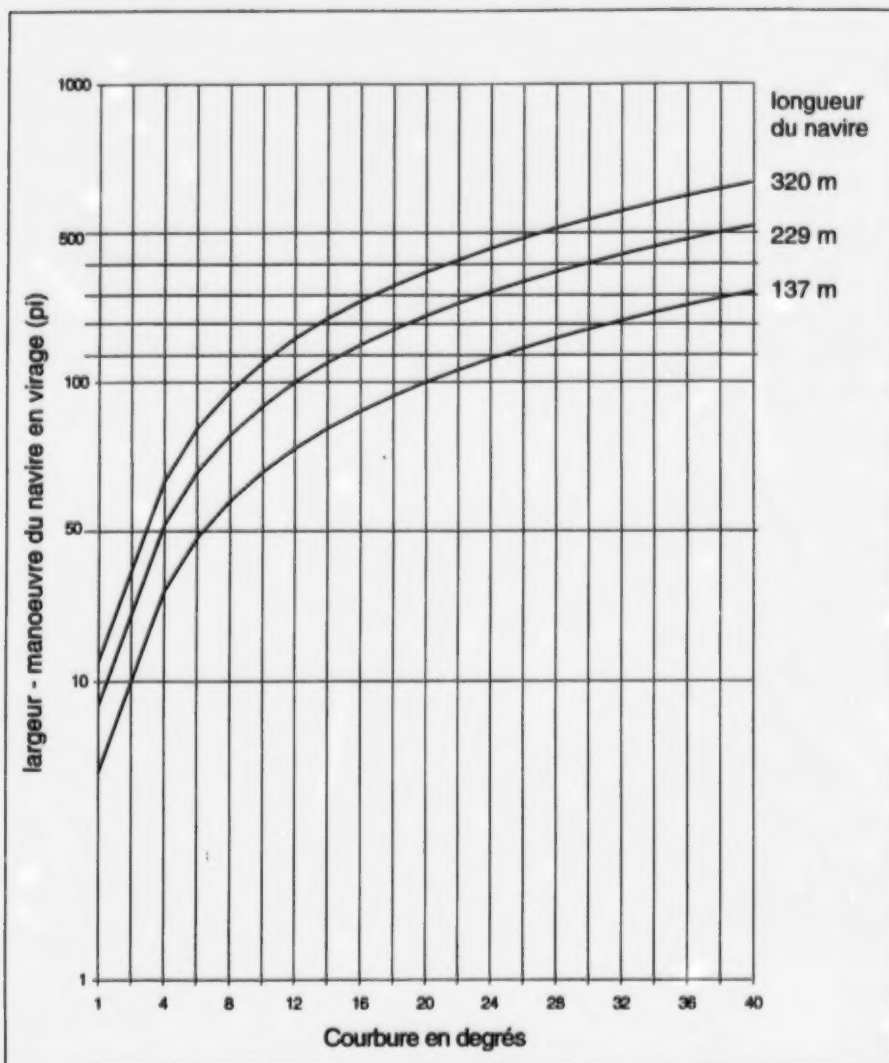


Figure 6. Largeurs - sections courbe et rectiligne

- Nota :
1. La largeur pour une section rectiligne s'ajoute à la largeur de manoeuvre en virage
 2. Pour obtenir la largeur de manoeuvre dans une section rectiligne, multiplier 0,8 par la largeur du navire
 3. Pour les virages «pas à pas», utiliser une courbure de 5 ou 10 degrés

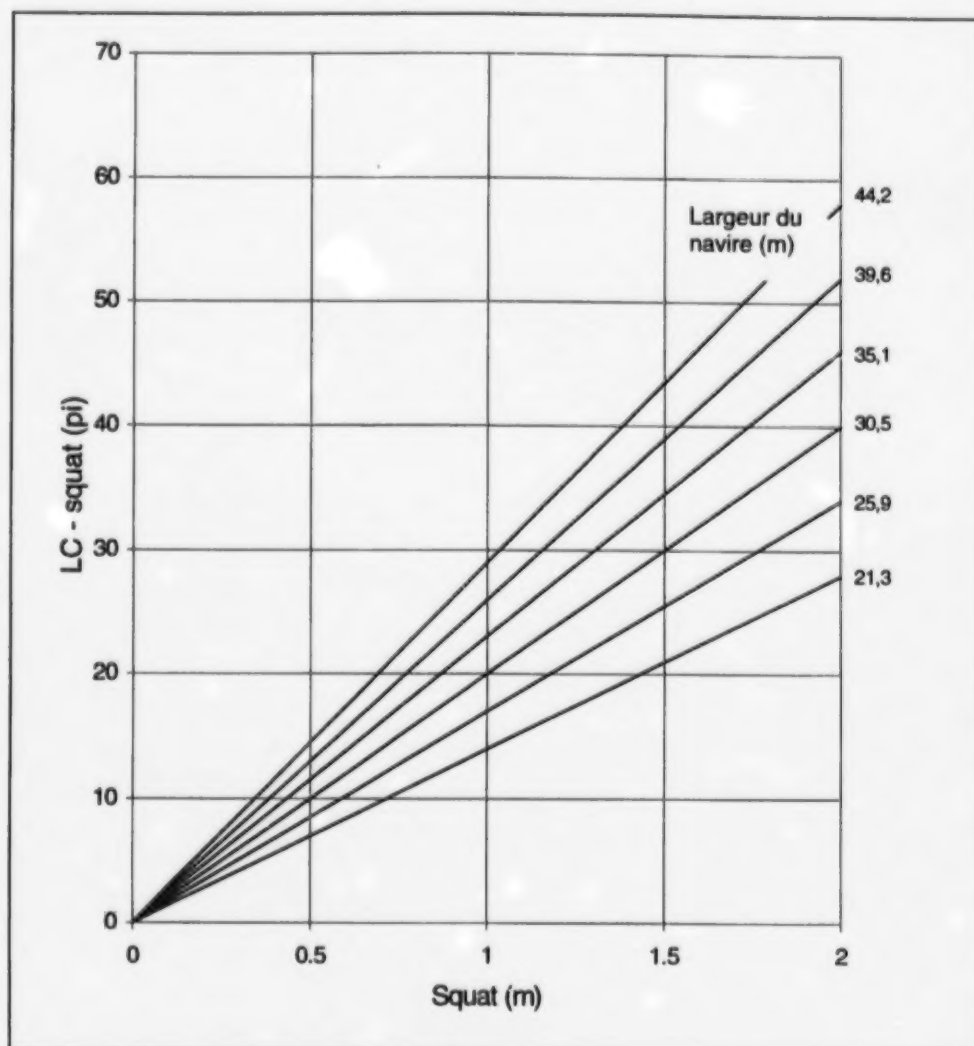
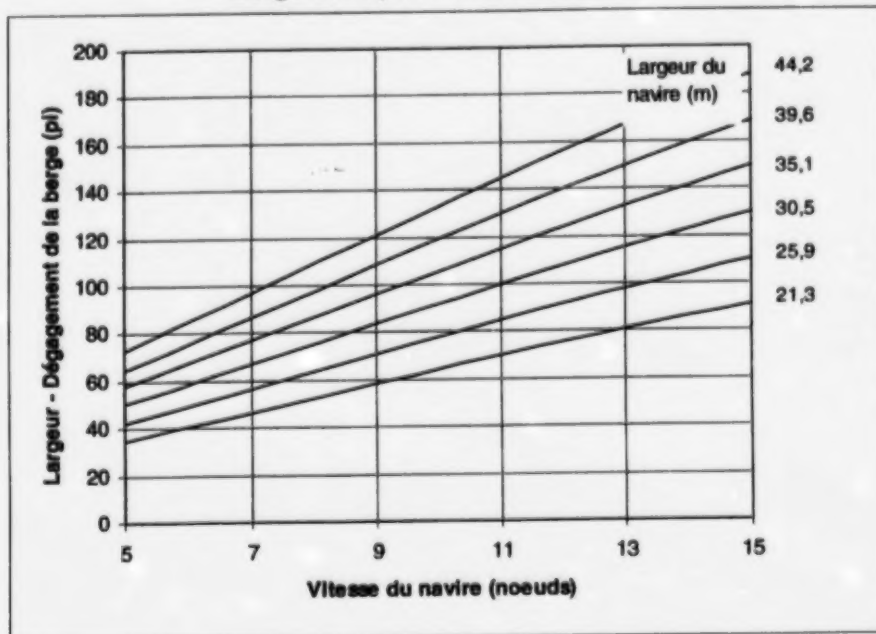


Figure 7. Largeur du chenal (pi) pour tenir compte du squat (m)

Berge escarpée et dure, structures



Limites du chenal inclinées et hauts-fonds (berges en matériau mou)

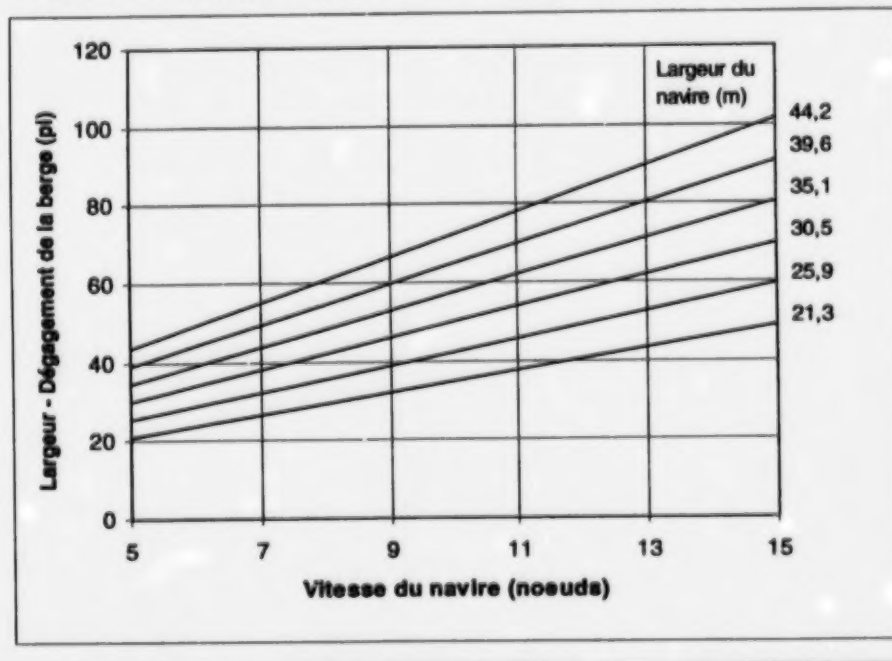


Figure 8. Dégagement de la berge (un côté)

Signature calculé	Données	Exécuter calculé	Facteurs humains			Paramètres DMS				DMS			Mesure de sécurité		NOTES
Nombre	Nom de la section		Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Trafic bi- directionnel	DMS: Trafic uni- directionnel	
1	RMI Saint-Jean		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	364	130	307	289	100	1600	1280	761	1.19
2	Saint-Jean à K-136		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	365	136	101	113	60	1600	886	606	1.87
3	K-136 à K-119		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	361	132	101	113	60	1600	881	602	1.88
4	K-119 à K-107		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	376	143	101	113	60	1000	826	627	1.08
5	RMI K-108		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	383	148	189	187	75	1000	1074	667	0.93
6	K-108 à Cap Br04		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	372	164	101	113	60	1000	943	622	1.08
7	RMI K-100		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	354	133	200	186	76	1000	1010	809	0.99
8	Cap Br04 à K-81		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	343	126	101	113	60	1000	876	484	1.14
9	RMI K-81		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	343	126	181	171	75	1200	986	600	1.21
			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									

Figure 9. Traverse du Nord : passagers & p-conteneurs, aides exist. été, vent NO 25/30, bonne visibilité

Supplément calculé	Données	Évaluation calculée	Facteurs humains			Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
Nombre	Nom de la section		Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi- directionnel	DMS: Traffic uni- directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic bi- directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic uni- directionnel	
1	Pont d'Alliance à Cap Rouge		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	170	116	131	117	200	1000	1010	602	0.99	1.90	
2	Rd K100		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	180	110	247	186	260	1000	1206	858	0.83	1.52	
3	Cap Brûlé à K-108		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	180	120	136	117	200	1000	1027	616	0.97	1.94	
4	Rd K-108		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	178	129	333	196	260	1000	1337	761	0.75	1.31	
5	K-107 à K-119		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	172	123	210	122	226	1000	1148	607	0.87	1.96	
6	K-119 à K-136		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	181	111	203	116	200	1000	1088	544	0.94	1.77	
7	Rd K-136		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	188	116	226	174	260	1600	1182	643	1.27	2.33	
8	Saint-Jean		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	173	118	121	109	200	1600	1007	496	1.49	3.03	
9	Rd Rivière Lafleur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	173	118	279	213	260	1600	1284	702	1.17	2.14	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											

Figure 10. Traverse du Nord : pétrolier & p.-conteneurs, hiver, 2 milles vis., aides existantes, marée haute

Supprimer calcul	Données	Exécuter calcul	Facteurs humains				Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi-directionnel	DMS: Traffic uni-directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic bi-directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic uni-directionnel		
Nombre	Nom de la section																	
1	Pointe d'Alliance à Cap Rouge				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	170	116	126	117	226	1000	1066	620	0.96	1.92		
2	RAM K-100				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	160	109	246	169	126	1000	964	630	1.06	1.89		
3	Cap Brûlé à K-100				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	160	120	126	117	226	1000	1071	630	0.93	1.99		
4	RAM K-100				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	178	126	320	190	100	1000	1013	698	0.99	1.67		
6	K-107 à K-119				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	172	120	200	117	200	1000	1088	672	0.92	1.76		
6	K-119 à K-136				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	161	110	200	117	176	1000	1017	636	0.96	1.87		
7	RAM K-136				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	169	114	219	174	226	1600	1129	612	1.33	2.46		
8	Saint-Jean				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	173	117	113	107	226	1600	1061	611	1.43	2.93		
9	RAM Rivière Lafleur				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	173	117	270	211	276	1600	1322	719	1.13	2.09		
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												

Figure 11. Traverse du Nord : pétrolier & p.-conteneurs, hiver, 2 milles vis., aides AASL, marée haute

Somme calcul	Données	Erreurs calcul	Facteurs humains			Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES	
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manœuvre du navire de référence	LC - Manœuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi-directionnel	DMS: Traffic uni-directionnel	LC DMS	LC DMS		Traffic bi-directionnel
Nombre	Nom de la section																	
1	Pointe d'Alliance à Cap Rouge							170	116	126	86	160	1000	891	446	1.12	2.24	
2	RM K100							160	109	246	177	76	1000	842	481	1.19	2.08	
3	Cap Brûlé à K-108							180	122	126	86	100	1000	807	406	1.24	2.47	
4	RM K-108							178	130	321	178	76	1000	965	673	1.06	1.74	
5	K-107 à K-119							171	124	201	86	100	1000	876	472	1.14	2.12	
6	K-119 à K-135							161	110	201	86	100	1000	861	462	1.19	2.17	
7	RM K-136							168	116	220	160	126	1600	922	613	1.83	2.92	
8	Saint-Jean							173	119	113	79	200	1600	999	496	1.52	3.08	
9	RM Rivière Lafleur							173	119	271	201	126	1600	1016	669	1.48	2.64	

Figure 12. Traverse du Nord : pétrolier et Ferbec, été, remontant, 2 milles vis., aides exist., marée haute, nuit

Supprimer clic	(Ouvrir clic)	Entrez clic	Facteurs humains			Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi- directionnel	DMS: Traffic uni- directionnel	LC DMS Traffic bi- directionnel	LC DMS Traffic uni- directionnel	
Nombre	Nom de la section																
1	RM - C-83				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	119	119	138	138	75	1020	727	332	1.40	3.07	
2	Port Lévis				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	145	145	234	234	75	750	969	455	0.77	1.85	
3	Pt-des-Ormes - St- François				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	125	125	97	97	225	1200	969	448	1.20	2.88	
4	Courbe Nicolet				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	135	135	189	189	75	1100	861	400	1.28	2.75	
5	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	149	149	189	189	160	1100	1037	488	1.05	2.28	
6	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	127	127	98	98	175	800	903	401	0.99	2.00	
7	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	124	124	149	149	100	800	947	373	0.94	2.14	
8	RM 8-54				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	124	124	151	151	75	800	839	369	0.95	2.06	
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											

Figure 13. Trois-Rivières à Yamachiche : 2 p.-conteneurs, aides AASL, été, remontant, 1 mille vis., nuit

Supprimer calculs	Déclasse	Endoquer calculs	Facteurs humains				Paramètres DMS					DMS			Mesure de sécurité		NOTES
Nombre	Nom de la section		Traffic élevé?	Accidents?	Charges de travail élevées?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de portage/rencontre	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi- directionnel	DMS: Traffic uni- directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic bi- directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic uni- directionnel	
1	RAM Yamachiche				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	69	67	96	128	176	900	849	360	0.94	2.22	
2	S-41 à S-43				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	76	56	103	52	176	800	779	363	1.03	2.26	
3	S-43 à Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	78	56	60	52	200	800	769	338	1.01	2.37	
4	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	101	72	96	67	176	1100	906	372	1.37	2.96	
5	Courbe Nicolet				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	113	94	139	100	176	1100	914	428	1.20	2.68	
6	Pi-des-Ormes - St- François				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	77	56	60	52	200	1200	798	337	1.52	3.56	
7	Pont Lavolette				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	83	68	176	128	176	760	913	433	0.82	1.73	
8	RAM - C-43				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	86	63	96	67	176	1020	782	369	1.30	2.84	
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											

Figure 14. Trois-Rivières à Yamachiche : Cicero & CTMA, début hiver, 0 mille vis., tempête de neige, aides exist.

Signal calculé	Données	Entités calculé	Facteurs humains				Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du channel	DMS: Traffic bi- directionnel	DMS: Traffic uni- directionnel	LC DMS Traffic bi- directionnel	LC DMS Traffic uni- directionnel		
Nombre	Nom de la section																	
1	RM Yamachiche				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	69	67	96	128	225	800	949	410	0.84	1.96		
2	S-61 à S-43				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	78	55	103	62	175	800	779	353	1.03	2.26		
3	S-43 à Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	78	56	60	62	250	800	889	398	0.90	2.06		
4	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	101	72	96	67	225	1100	905	422	1.22	2.60		
5	Courbe Nicolet				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	113	94	139	100	225	1100	1014	476	1.08	2.31		
6	Pi-des-Ormes - St- François				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	77	66	60	62	250	1200	888	387	1.36	3.10		
7	Port Lavoie				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	83	59	175	128	225	750	1013	483	0.74	1.55		
8	RM - C-63				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	86	63	96	67	175	1020	782	369	1.30	2.84		
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												

Figure 15. Trois-Rivières à Yamachiche : Cicero & CTMA, début hiver, 0 mille vis., tempête de neige, aides AASL

Supplément calculé	Données	Estimateur calculé	Facteurs humains				Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi-directionnel	DMS: Traffic uni-directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic bi-directionnel	$\frac{LC}{DMS}$ Traffic uni-directionnel		
	Nombre	Nom de la section																
	1	RMI - C-63			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	67	107	86	148	60	1020	681	202	1.48	6.06		
	2	Pont Lavoie/le			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	63	134	166	276	76	760	979	314	0.77	2.39		
	3	Pi-des-Ombres - St-François			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	88	110	66	107	100	1200	769	223	1.58	6.38		
	4	Courbe Nicolet			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	76	119	114	214	60	1100	806	239	1.37	4.61		
	5	Courbe Pointe du Lac			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	79	130	123	214	60	1100	830	263	1.32	4.36		
	6	Courbe Pointe du Lac			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	88	110	66	110	60	800	881	173	1.21	4.83		
	7	Courbe Pointe du Lac			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	67	107	92	176	60	800	780	209	1.06	3.83		
	8	RMI B-64			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	67	107	123	217	60	800	796	240	1.00	3.34		
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												

Figure 16. Trois-Rivières à Yamachiche : pétrolier & p.-conteneurs, aides exist., sept., remontant, 10 milles vis., marée 1 m

Signal calculé	Données calculé	Calculer calculé	Facteurs humains				Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manœuvre du navire de référence	LC - Manœuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du canal	DMS: Traffic bi- directionnel	DMS: Traffic uni- directionnel	LC DMS	Traffic bi- directionnel	LC DMS	
Nombre	Nom de la section																	
1	RM - C-43				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		119	119	138	138	75	1020	727	332	1.40	3.07	
2	Pont Laviolète				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		145	145	234	234	75	750	969	455	0.77	1.85	
3	Pi-dee-Omees - St- François				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		126	126	97	97	100	1200	749	323	1.50	3.72	
4	Courbe Nicolet				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		136	136	169	169	75	1100	861	400	1.26	2.75	
5	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		149	149	169	169	150	1100	1037	468	1.06	2.25	
6	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		127	127	96	96	100	800	553	328	1.23	2.48	
7	Courbe Pointe du Lac				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		124	124	149	149	100	800	747	373	1.07	2.14	
8	RM S-44				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		124	124	181	191	75	800	839	369	0.95	2.06	
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												

Figure 17. Trois-Rivières à Yamachiche : p-conteneurs, aides existantes, été, remontant, 1 mille vis., nuit

Système calculé	Quotient calculé	Estimer calculé	Facteurs humains				Paramètres DMS						DMS			Mesure de sécurité		NOTES
			Traffic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire renforcé)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire renforcé	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Traffic bi- directionnel	DMS: Traffic uni- directionnel	LC DMS	Traffic bi- directionnel	LC DMS	
Nombre	Nom de la section																	
1	Escoumins - Bon Débar							134	134	86	86	220	3000	-	421	-	7.13	
2	Bon Débar - Saguenay							114	114	86	86	226	8000	-	426	-	14.10	
3	Saguenay - Pointe Cardale							223	223	160	160	547	8000	-	831	-	8.44	
4	Pointe Cardale - Pointe							196	196	86	86	547	3000	-	832	-	3.61	
5	Pointe - Pointe							169	169	101	101	547	3000	-	818	-	3.67	
6	Pointe - Pointe							193	193	220	220	547	3000	-	961	-	3.12	
7	Pointe aux Brûlures							122	122	94	94	547	8000	-	763	-	7.87	
8	Pointe du Chefud							137	137	130	130	547	8000	-	816	-	7.37	
9	Chefud - Cap Chien							131	131	90	90	547	8000	-	768	-	7.61	

Figure 18. Entrée du Saguenay : 2 p.-conteneurs, hiver, remontant, 0 mille vis., neige, marée bais., aides exist., glaces

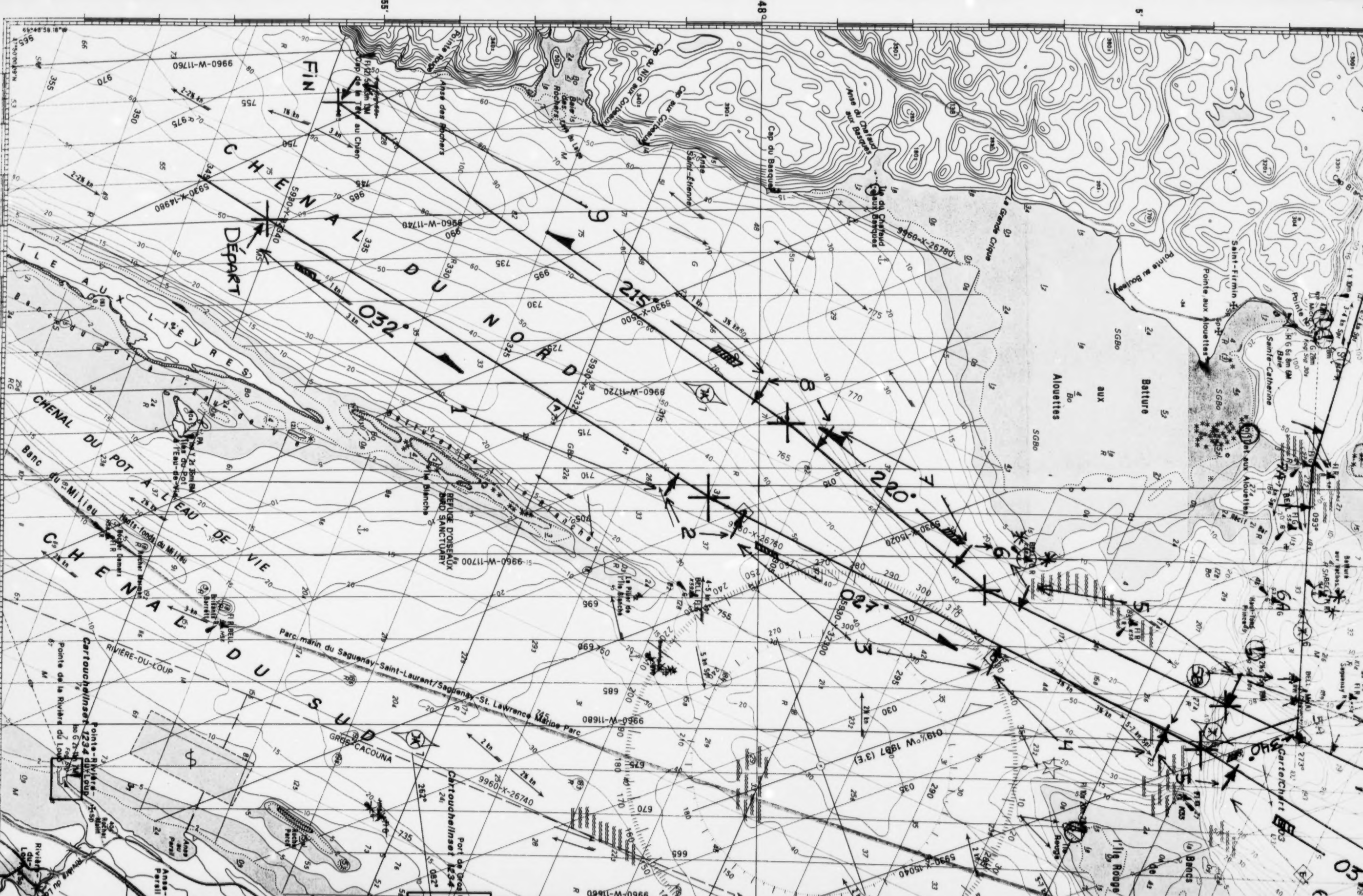
Supplément calcul		Données		Éléments calcul		Facteurs humains				Paramètres DMS					DMS			Mesure de sécurité		NOTES
Nombre	Nom de la section	Trafic élevé?	Accidents?	Charge de travail élevée?	Fatigue?	LC - Physique (navire de référence)	LC - Physique (navire rencontré)	LC - Manoeuvre du navire de référence	LC - Manoeuvre du navire rencontré	LC - Qualité de positionnement	LC - Largeur du chenal	DMS: Trafic bi-directionnel	DMS: Trafic uni-directionnel	LC / DMS Trafic bi-directionnel	LC / DMS Trafic uni-directionnel					
1	Escoumins - Bon Détroit	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	165	165	98	97	274	3000	1072	537	2.90	5.59					
2	Bon Détroit - Bergeronnes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	165	165	98	97	547	6000	1660	830	3.82	7.23					
3	Roi Pointe - Sauvages	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	165	165	218	217	547	6000	1980	930	3.23	6.45					
4	Pointe Carrière - Lepp	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	186	186	100	99	547	3000	1682	842	1.78	3.58					
5	Pointe Alouettes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	167	167	111	106	547	3000	1626	816	1.84	3.89					
6	Roi Pointe Alouettes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	305	305	268	264	547	3000	2276	1140	1.32	2.83					
7	Boulevard Alouettes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	271	271	105	102	547	6000	1942	922	3.25	6.50					
8	Roi Ile du Chateaud	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	172	172	160	179	547	6000	1796	899	3	6.87					
9	Ile Chateaud - Cap Chien	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	167	167	101	99	547	6000	1608	808	4	7.45					
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															

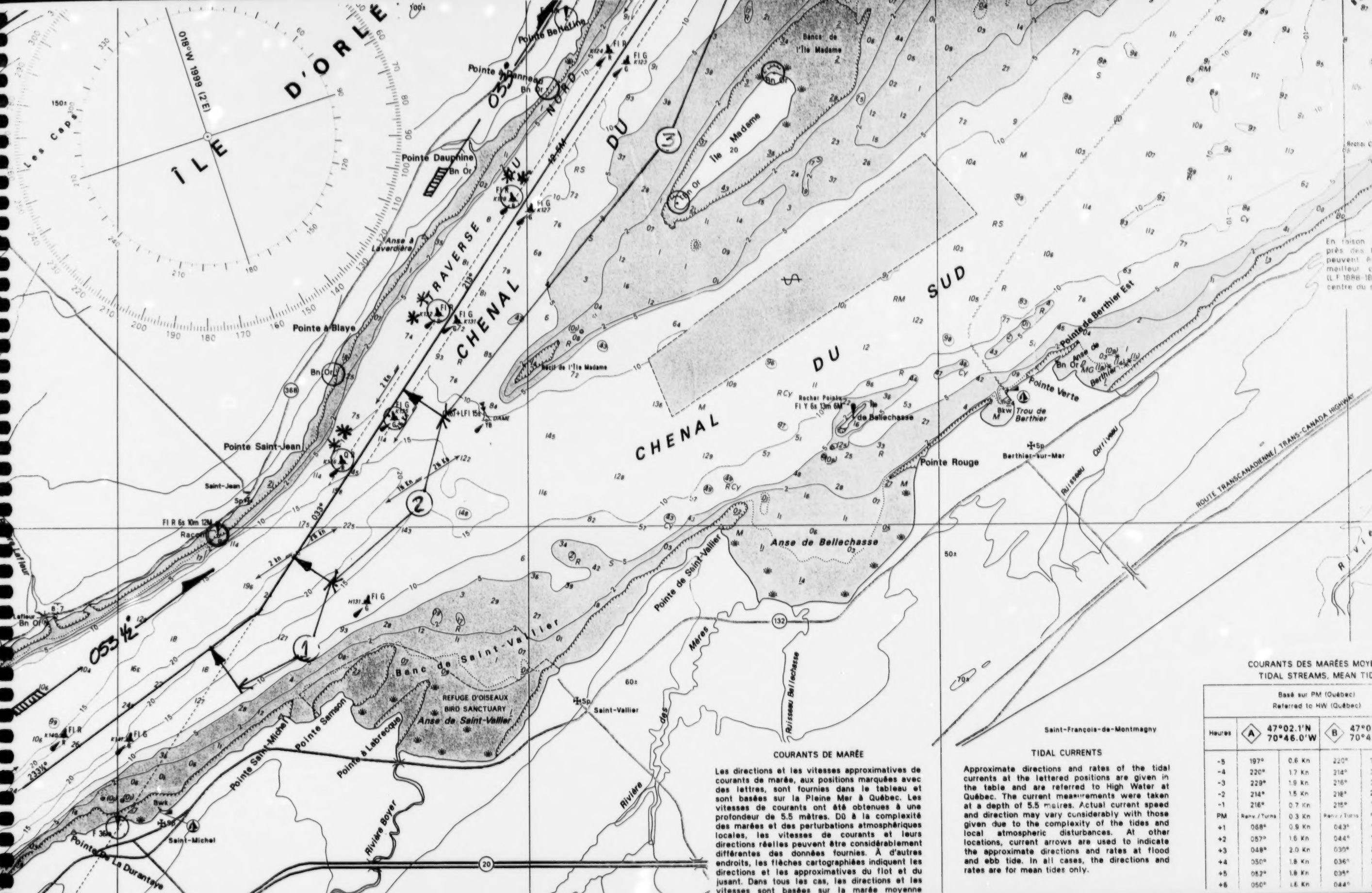
Figure 19. Entrée du Saguenay : 2 pétroliers, été, remontant, 0 mille visibilité, aides existantes, marée haute



**Annexe C : Cartes de planification
des croisements**







En raison
près des
peuvent à
meilleur
(L.F. 1088-18)
centre du

COURANTS DE MARÉE

Les directions et les vitesses approximatives de courants de marée, aux positions marquées avec des lettres, sont fournies dans le tableau et sont basées sur la Plaine Mer à Québec. Les vitesses de courants ont été obtenues à une profondeur de 5.5 mètres. Du à la complexité des marées et des perturbations atmosphériques locales, les vitesses de courants et leurs directions réelles peuvent être considérablement différentes des données fournies. À d'autres endroits, les flèches cartographiées indiquent les directions et les approximatives du flot et du jusant. Dans tous les cas, les directions et les vitesses sont basées sur la marée moyenne

TIDAL CURRENTS

Approximate directions and rates of the tidal currents at the lettered positions are given in the table and are referred to High Water at Québec. The current measurements were taken at a depth of 5.5 metres. Actual current speed and direction may vary considerably with those given due to the complexity of the tides and local atmospheric disturbances. At other locations, current arrows are used to indicate the approximate directions and rates at flood and ebb tide. In all cases, the directions and rates are for mean tides only.

COURANTS DES MARÉES MOYENNES TIDAL STREAMS, MEAN TIDES					
Basé sur PM (Québec) Referred to HW (Québec)					
Heures	A	47°02.1'N 70°46.0'W	B	47°02.1'N 70°46.0'W	
-5	197°	0.6 Kn	220°	0.6 Kn	
-4	220°	1.7 Kn	214°	1.7 Kn	
-3	229°	1.9 Kn	216°	1.9 Kn	
-2	214°	1.5 Kn	218°	1.5 Kn	
-1	216°	0.7 Kn	215°	0.7 Kn	
PM	Rap. / Turns	0.3 Kn	Rap. / Turns	0.3 Kn	
+1	058°	0.9 Kn	043°	0.9 Kn	
+2	057°	1.6 Kn	044°	1.6 Kn	
+3	048°	2.0 Kn	030°	2.0 Kn	
+4	050°	1.8 Kn	036°	1.8 Kn	
+5	052°	1.8 Kn	035°	1.8 Kn	
+6	050°	1.6 Kn	044°	1.6 Kn	



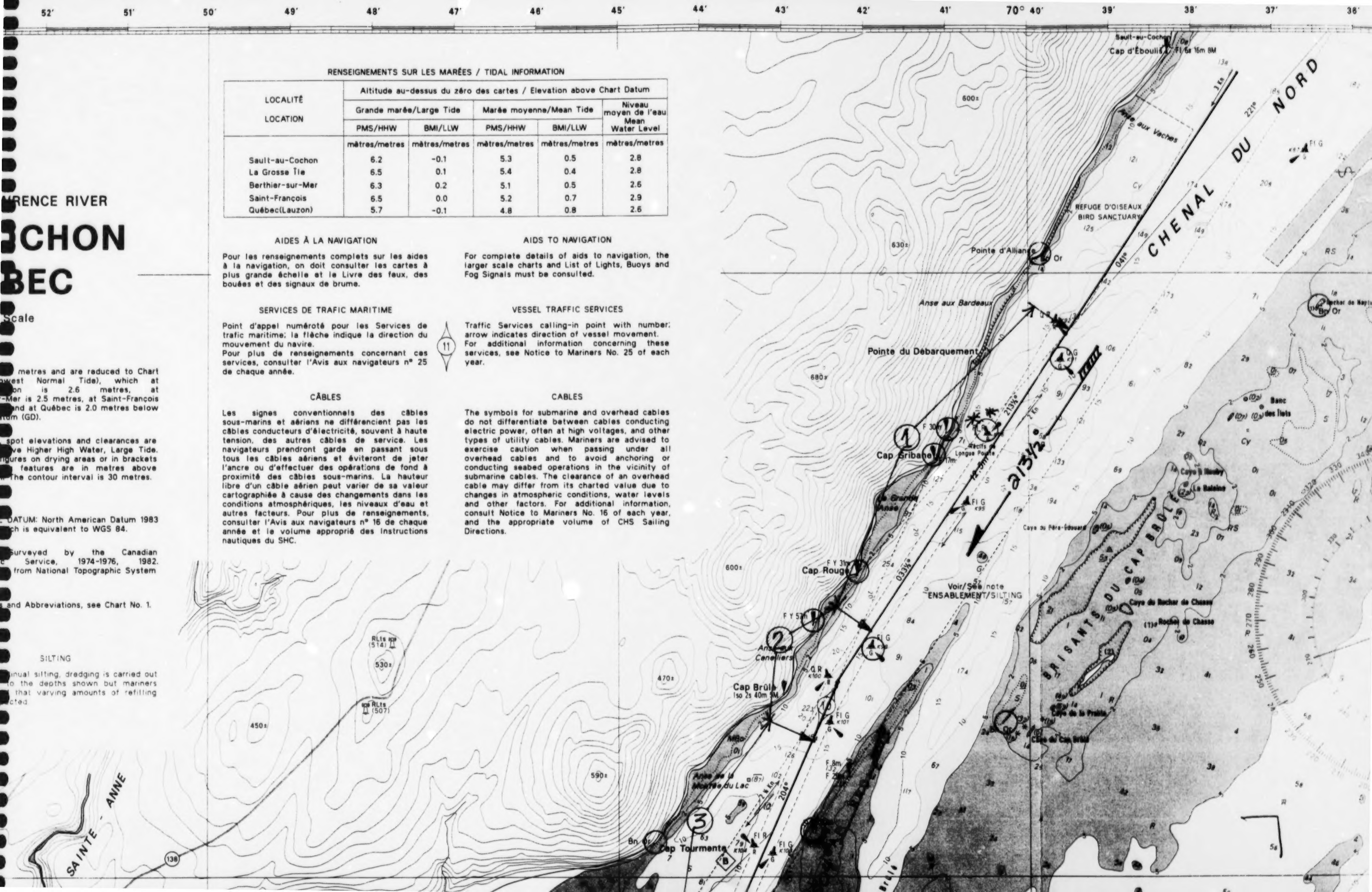
to continual silting, dredging is carried out locally to the depths shown but mariners mentioned that varying amounts of refilling are expected.

Les signes conventionnels des câbles sous-marins et aériens ne différencient pas les câbles conducteurs d'électricité, souvent à haute tension, des autres câbles de service. Les navigateurs prendront garde en passant sous tous les câbles aériens et éviteront de jeter l'ancre ou d'effectuer des opérations de haute proximité des câbles sous-marins. La hauteur libre d'un câble aérien peut varier de sa valeur cartographiée à cause des changements dans les conditions atmosphériques, les niveaux d'eau et autres facteurs. Pour plus de renseignements, consulter l'Avis aux navigateurs n° 16 de chaque année et le volume approprié des Instructions nautiques du SHC.

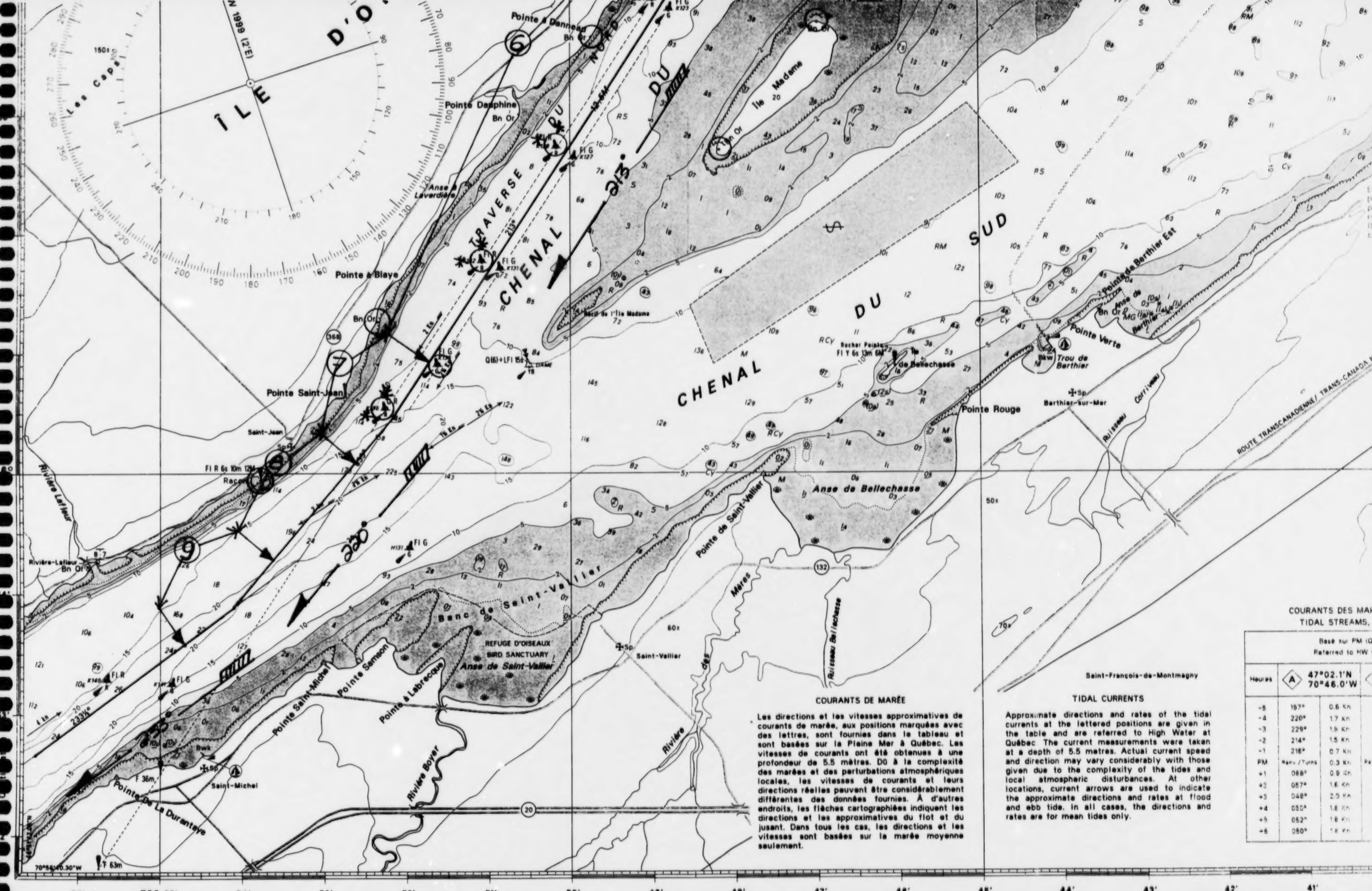
The symbols for submarine and overhead cables do not differentiate between cables conducting electric power, often at high voltages, and other types of utility cables. Mariners are advised to exercise caution when passing under all overhead cables and to avoid anchoring or conducting seabed operations in the vicinity of submarine cables. The clearance of an overhead cable may differ from its charted value due to changes in atmospheric conditions, water levels and other factors. For additional information consult Notice to Mariners No. 16 of each year and the appropriate volume of CHS Sailing Directions.



The symbols for submarine and overhead cables do not differentiate between cables conducting electric power, often at high voltages, and other types of utility cables. Mariners are advised to exercise caution when passing under all overhead cables and to avoid anchoring or conducting seabed operations in the vicinity of submarine cables. The clearance of an overhead cable may differ from its charted value due to changes in atmospheric conditions, water levels and other factors. For additional information, consult Notice to Mariners No. 16 of each year, and the appropriate volume of CHS Sailing Directions.







COURANTS DES MARÉES
TIDAL STREAMS.

Basé sur PM (G)
Referred to HW

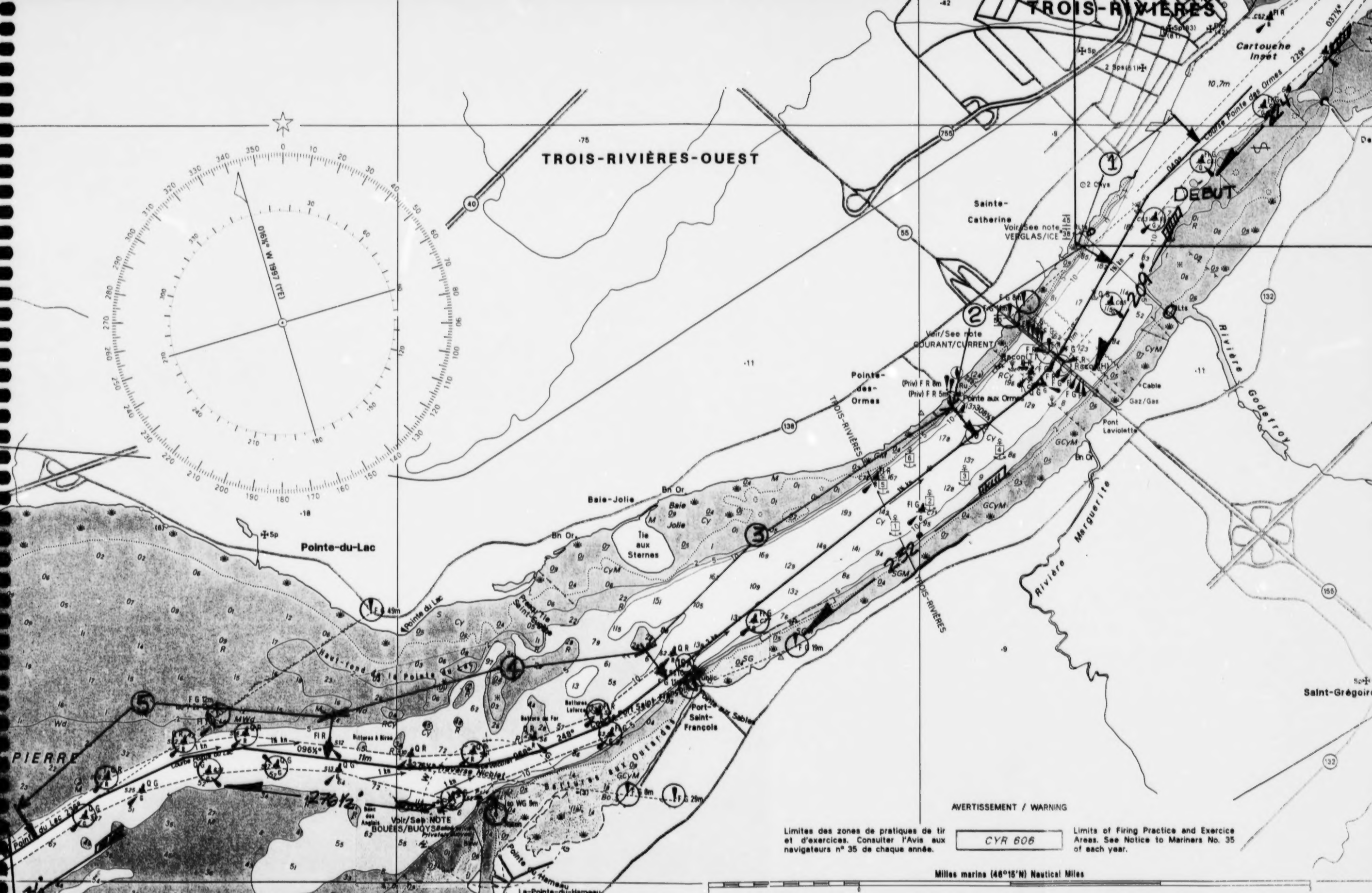
Heures	47°02.1'N 70°46.0'W	
	A	
-5	197°	0.6 Kn
-4	220°	1.7 Kn
-3	225°	1.6 Kn
-2	214°	1.5 Kn
-1	216°	0.7 Kn
PM	Revers / Turns	0.3 Kn
+1	066°	0.9 Kn
+2	057°	1.6 Kn
+3	048°	2.0 Kn
+4	050°	1.6 Kn
+5	052°	1.6 Kn
+6	050°	1.6 Kn

COURANTS DE MARÉE

Les directions et les vitesses approximatives de courants de marée, aux positions marquées avec des lettres, sont fournies dans le tableau et sont basées sur la Pleine Mer à Québec. Les vitesses de courants ont été obtenues à une profondeur de 5.5 mètres. Du à la complexité des marées et des perturbations atmosphériques locales, les vitesses de courants et leurs directions réelles peuvent être considérablement différentes des données fournies. A d'autres endroits, les flèches cartographiques indiquent les directions et les approximatives du flot et du jusant. Dans tous les cas, les directions et les vitesses sont basées sur la marée moyenne seulement.

TIDAL CURRENTS

Approximate directions and rates of the tidal currents at the lettered positions are given in the table and are referred to High Water at Québec. The current measurements were taken at a depth of 5.5 metres. Actual current speed and direction may vary considerably with those given due to the complexity of the tides and local atmospheric disturbances. At other locations, current arrows are used to indicate the approximate directions and rates at flood and ebb tide. In all cases, the directions and rates are for mean tides only.



TROIS-RIVIÈRES-OUEST

Sainte-Catherine

DEBUT

Pointe-du-Lac

Baie-Jolie

Baie Jolie

Tie aux Sternes

Port Saint-François

Rivière Marguerite

Saint-Grégoire

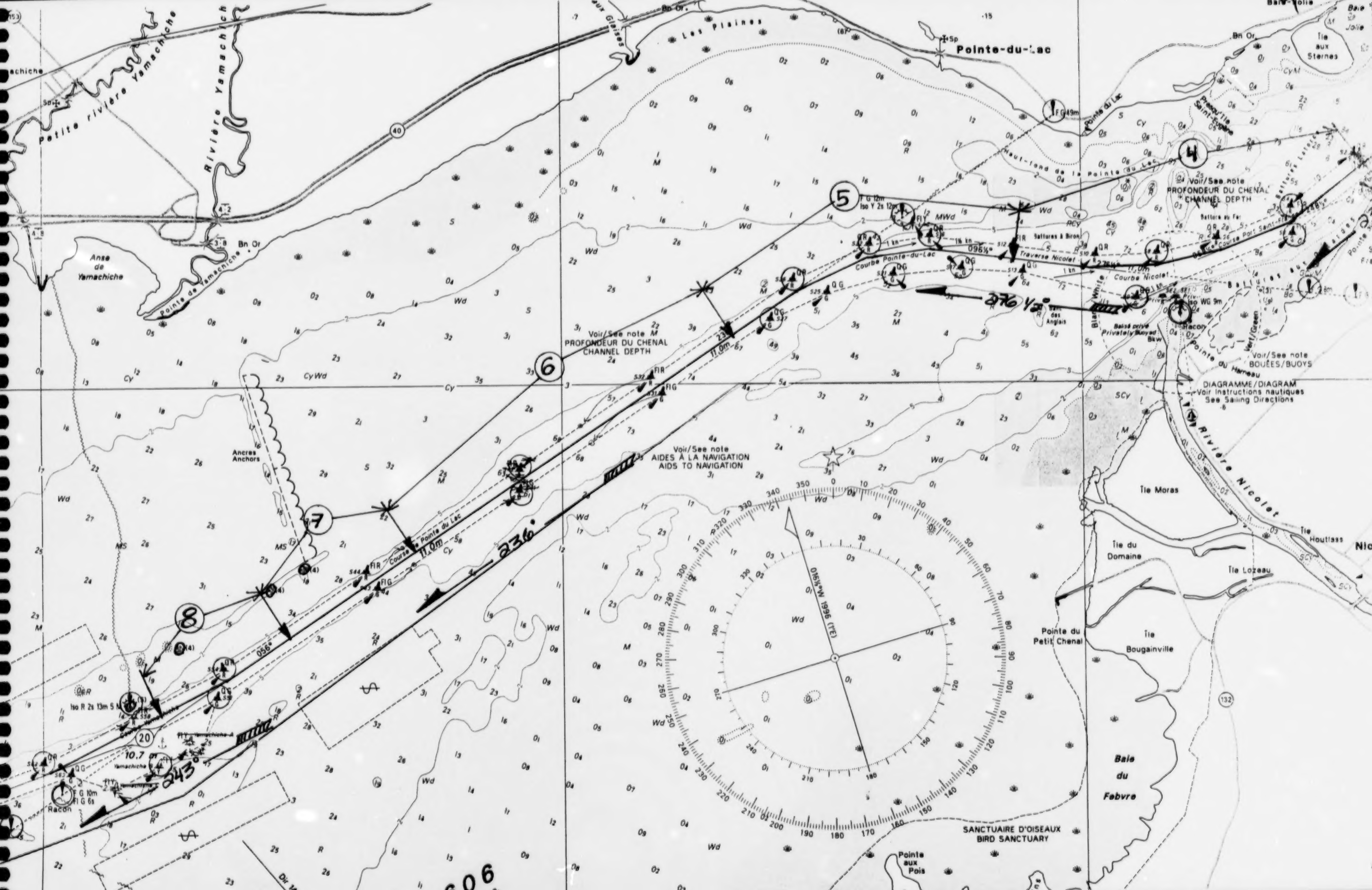
AVERTISSEMENT / WARNING

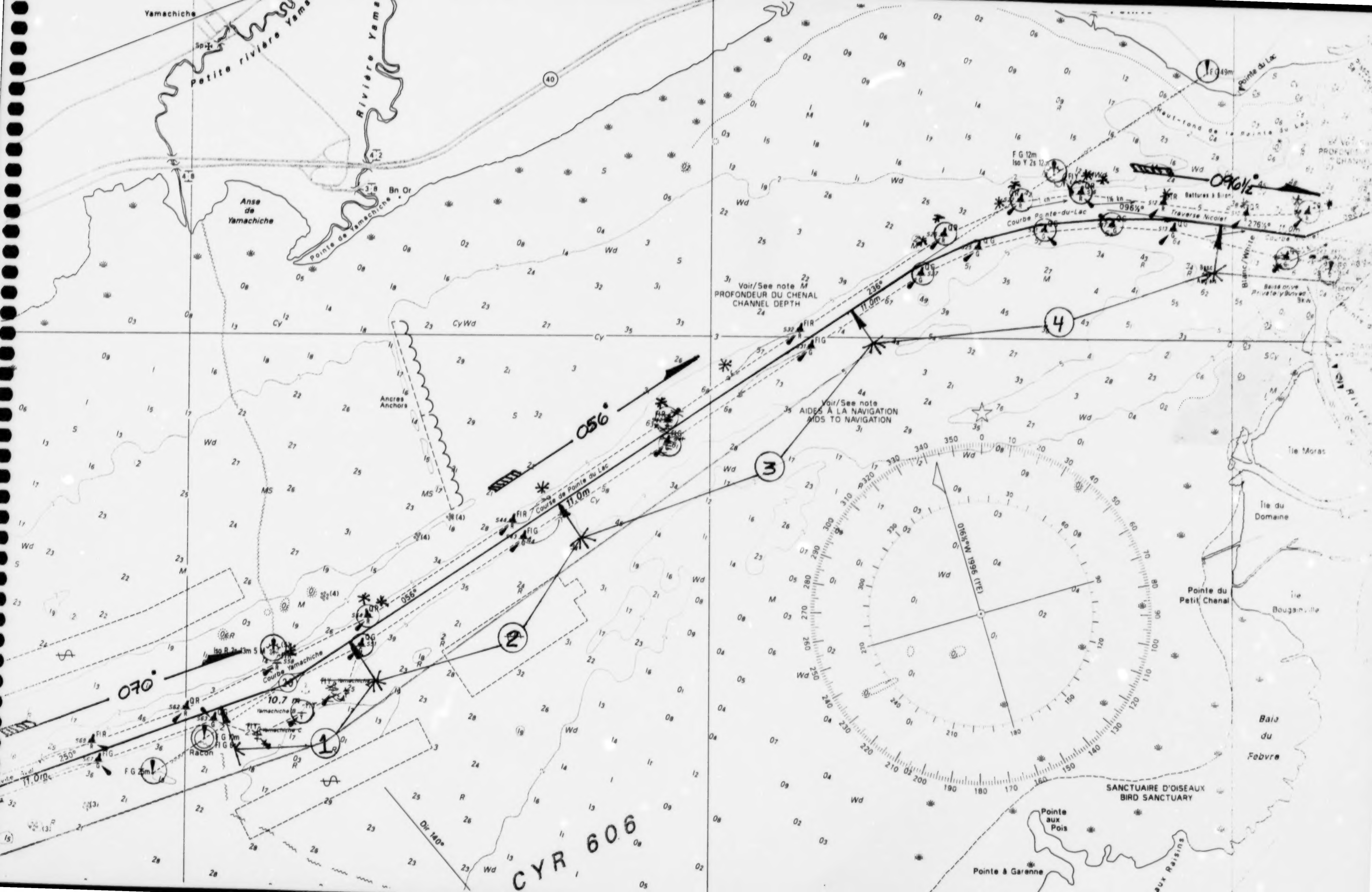
Limites des zones de pratiques de tir et d'exercices. Consulter l'Avis aux navigateurs n° 35 de chaque année.

Limits of Firing Practice and Exercise Areas. See Notice to Mariners No. 35 of each year.

CYR 606

Milles marins (46°15'N) Nautical Miles





**Annexe D : Valeurs selon les NDS
associés aux aides
à la navigation classiques**

Revue du balisage
Entrée de la Rivière Saguenay
Traverse du Nord
Port de Trois-Rivières à l'ancrage de Yamachiche
(mai 1999)

Objet

La présente constitue une réévaluation du balisage en place aux trois sites précités. Le travail effectué n'avait pour but que de confirmer la pertinence des aides à la navigation en place l'été. Pour cela, nous avons utilisé les principes de base identifiés dans les directives s'appliquant à la revue des niveaux de services. Il est à noter ici que cette revue a été réalisée en tenant compte des besoins des usagers de catégorie 1, c'est-à-dire commercial certifié. De cette façon, il est plus aisé de faire un lien entre cette revue et le projet d'analyse de risques présentement en cours.

Nous n'avons pas effectué de revue du balisage d'hiver, car nous connaissions déjà la problématique à laquelle nous étions exposés, c'est-à-dire que le balisage d'hiver ne répond pas aux normes actuellement en vigueur. Plus de détails sont donnés à la section «Résultats».

Méthodologie

Une grille d'évaluation a été créée pour mieux identifier les raisons justifiant les aides en place (ou à installer). Cette grille regroupe plus particulièrement les différentes hypothèses, principes et lignes directrices applicables à cette revue et émises par Ottawa durant les dernières années (et encore en vigueur au moment de la revue). Ces dernières sont :

1. Pas d'alignement à l'avant : deux bouées requises par tribord (il y a nécessité de deux bouées par tribord lorsqu'un navire circule dans un chenal étroit et qu'il n'y a pas d'alignement par l'avant);
2. Alignement par l'avant : une bouée requise par tribord (il y a nécessité d'une bouée par tribord lorsqu'un navire circule dans un chenal étroit et qu'il peut utiliser un alignement par l'avant);
3. Marque à l'apex de la courbe;
4. Marques en début et fin de courbe;
5. Marque de rétablissement de courbe;
6. Marque d'entrée de chenal;
7. Pour respecter l'espacement des bouées dans un chenal restreint (c'est-à-dire que l'espacement entre deux bouées devrait correspondre à quatre à cinq fois la largeur de chenal utilisé);
8. Cible radar selon l'échelle radar utilisée lorsque le navire circule en deçà de la visibilité de conception (en effet, nous avons l'obligation de fournir des cibles radars lorsque nous avons la certitude que les utilisateurs circulent en deçà de la visibilité de conception).

Alignements

Nous avons mis l'accent sur l'importance de s'assurer que la sensibilité, la portée de jour des feux d'alignement et des marques de jour étaient adéquates. Ces éléments n'ont pas toujours été pris en considération dans les années passées.

Portée lumineuse

Les portées lumineuses et visuelles des aides à la navigation ont été vérifiées dans une étude préliminaire précédente. Aucune anomalie (portée déficiente) n'avait alors été notée. Ainsi, à l'exception des portées des alignements, nous n'avons pas traité de cet élément dans cette revue.

Navigation à l'estime (DR) vs pilotage par observation directe

Les pilotes n'utilisent pas la méthode de navigation à l'estime, mais plutôt le pilotage par observation directe et/ou navigation électronique (radar, Loran C, cartes électroniques/DGPS). De façon générale, pour la classe d'utilisateurs de type commercial, la navigation à l'estime est maintenant considérée comme méthode désuète compte tenu des outils maintenant disponibles pour déterminer la position des navires. En conséquence, nous n'avons pas considéré cette méthode dans les différents secteurs étudiés.

Disponibilité théorique et visibilité de conception

Nous définissons comme disponibilité théorique, le pourcentage minimal de temps (au cours du pire mois de la saison de navigation, c'est-à-dire quand la visibilité est la plus réduite) pendant lequel les opérateurs de navires (compte tenu des conditions météorologiques locales) pourraient utiliser (c'est-à-dire voir, entendre) un système d'aides à la navigation, si ce dernier fonctionne adéquatement.

Le pourcentage de disponibilité des aides à la navigation a été établi à 75 p. cent. Cette disponibilité correspond à une certaine visibilité météorologique déterminée localement en consultant les données d'Environnement Canada. Pour mieux comprendre le processus, nous incluons, (voir ci-joint) un exemple de données utilisées pour déterminer la visibilité de conception (en fonction de la disponibilité théorique de 75 p. cent) de la portion est du Lac Saint-Pierre.

Après l'analyse de ces données, la visibilité d'été retenue pour effectuer cette revue est 2,2 mn pour l'entrée du Saguenay et de 5,0 mn pour la Traverse Nord ainsi que la portion est du Lac Saint-Pierre.

Volume de trafic

- **Entrée Rivière Saguenay** : Entre 200 et 215 navires commerciaux avec pilotes empruntent l'entrée de la rivière à chaque année. Durant la période estivale, nous devons ajouter un très grand nombre de navires excursionnistes et de plaisanciers circulant dans ce corridor.
- **Traverse du Nord** : Annuellement, plus de 5 500 mouvements de navires commerciaux sont enregistrés dans ce secteur.
- **Yamachiche** : Annuellement, plus de 4 500 mouvements de navires commerciaux sont enregistrés dans ce secteur.

Tirant d'eau des navires

Les tirants d'eau maximums enregistrés dans les dernières années sont :

- **Entrée Rivière Saguenay** : 13,4 m pour un tonnage de 52 000 tonnes;
- **Traverse du Nord** : 16,0 m pour un tonnage de 153 000 tonnes;
- **Yamachiche** : 11,6 m pour un tonnage de 57 000 tonnes.

Résultats

- **L'utilisation des directives, normes, ainsi que le manuel de procédures** présentement en usage pour la conception des aides à courte portée permettent aisément de justifier toutes les aides à la navigation (tant flottantes que fixes) présentement offertes dans ces trois secteurs. La très grande majorité des aides flottantes offertes identifient des zones de hauts-fonds et/ou le chenal dragué. Quant aux aides fixes, elles sont constituées en très grande majorité d'alignements permettant d'identifier le mouvement latéral des navires commerciaux. Les quelques feux de référence en présence dans les secteurs étudiés servent de point de repère visuel ou radar pour mieux positionner les navires dans une courbe, ou près de hauts-fonds (situés à proximité de la voie navigable – draguée ou non).
- **Visibilité de conception vs espacement des bouées** – Comme stipulé plus haut, une visibilité de conception spécifique a été utilisée pour chaque secteur étudié. Elle est respectivement de cinq milles nautiques pour les secteurs Traverse du Nord et Trois-Rivières à Yamachiche, et de 2 milles nautiques pour l'entrée du Saguenay.
- **Problématique du balisage d'hiver** – Telles qu'existantes, les normes de conception actuelles ne nous permettent pas de conclure à un balisage flottant adéquat dans les trois secteurs étudiés. Les glaces présentes l'hiver ne permettent pas l'utilisation (radar ou visuel/de jour comme de nuit), en mode continu (par les usagers), des bouées espar (non lumineuses) offertes.

Cette conclusion s'applique en dépit du fait que le nombre de transits, de dépassements et de rencontres de navires (exclusivement de catégorie commerciale) sont moins nombreux durant la période hivernale.

L'ajout de bouées espar additionnelles, bien qu'utiles, ne pourrait permettre d'atteindre le niveau de service souhaité. Quant à la possibilité d'ajout d'aides fixes (par exemple à proximité de la bouée K-107, Traverse du Nord), nous croyons qu'elle permettrait une amélioration de la qualité de positionnement des navires. Cependant, ces ajouts se traduiraient par des coûts en capital très importants (+M\$). L'avènement du DGPS et des cartes électroniques pourrait possiblement venir infléchir la tendance à l'utilisation de tels moyens (aides fixes) pour améliorer la qualité de positionnement des navires.

Il ne nous appartient pas de juger si la présence de deux pilotes à bord de chaque navire de catégorie 1, l'hiver, est suffisante pour diminuer le risque additionnel engendré par la diminution d'aides flottantes offertes durant cette saison. Bien sûr, nous pouvons supposer une utilisation plus fréquente du radar et des repères de pilotage durant cette période. Il nous est cependant impossible de prétendre que, par cette utilisation accrue d'aides électroniques (à bord des navires), les transits dans ces voies navigables s'effectuent en toute sécurité. Enfin, devrions-nous nous fier entièrement sur les statistiques d'incidents maritimes, disons-le, plutôt favorables, pour affirmer que notre réseau d'aides hivernales offertes est suffisant (bien que ne correspondant pas aux normes de conception nationales) pour assurer le passage sécuritaire des navires?

- **Problématique alignements** – Nous avons noté que les portées visuelles de jour des feux des alignements sont fréquemment inadéquates, du moins du point de vue théorique. En effet, selon les tables des portées lumineuses diurnes utilisées, les portées des feux sont insuffisantes pour couvrir adéquatement toute la longueur de la portion de chenal desservie par chaque alignement. De même, la portée des marques de jour installées sur les alignements est inadéquate à 40 p. cent des sites. Il serait techniquement difficile et coûteux de vouloir augmenter la portée diurne des feux ou celle des marques de jour.

Nous avons également noté que certains alignements n'offraient pas une sensibilité verticale et/ou horizontale répondant pleinement aux normes en vigueur. Ce qui empêche les navigateurs d'utiliser ces alignements de façon maximale. Compte tenu que les modifications nécessaires, pour rendre ces alignements performants, seraient souvent onéreuses, nous nous sommes plutôt assurés que les bouées présentes dans le secteur desservi par l'alignement étaient en nombre suffisant. La pertinence de ces dernières devient d'autant plus importante.

- **Justification des aides à la navigation** – Vous trouverez, ci-joint, la liste des aides à la navigation comprises dans les trois secteurs étudiés, de même que les justifications pour chacune d'elles.



Identité de l'aide ↓	PROBLÈMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS				COURBES			RETABLISSEMENT		AUTRES				REMARQUES
	PROBLÈMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS	COURBES	RETABLISSEMENT	AUTRES	PROBLÈMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS	COURBES	RETABLISSEMENT	AUTRES	PROBLÈMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS	COURBES	RETABLISSEMENT	AUTRES		
C-48									X	X		X	DÉLIMITE CHENAL DRAGUÉ À 11 M ET DÉBUT DU 10,7 M	
C-49			X				X		X		X	X		
C-52									X	X		X	DÉLIMITE SECTEUR DRAGUÉ À 10,7 M	
C-53					X				X			X		
ALIGN. CAP MADELEINE AVAL													SENSIBILITÉ O.K./PORTÉE NOCTURNE FEU O.K.-PORTÉE DIURNE FEU 0 % COURSE/PORTÉE M.J. O.K.	
C-61									X	X		X		
C-63							X		X	X		X		
C-65							X					X	ZONE DE CHANGEMENT DE PILOTES/COURANTS PAR ARRIÈRE /VITESSE RÉDUITE NAVIRES	
ALIGN. STE-ANGÈLE													SENSIBILITÉ O.K./PORTÉE NOCTURNE FEU O.K.-PORTÉE DIURNE FEU 40 % COURSE/PORTÉE M.J. O.K.	
F.R. PONT LAV.+RACON													POUR LOCALISATION DES PILIERS	
C-67												X	COURANT ARRIÈRE/ZONE DE CHANGEMENT PILOTES/VITESSE RÉDUITE NAVIRES/POUR ENGAGEMENT NAVIRE SOUS PONT	
C-70										X		X	IDENTIFIE ZONE D'ANCRAGE	
C-71										X		X	IDENTIFIE ZONE D'ANCRAGE	
C-72										X		X	IDENTIFIE ZONE D'ANCRAGE	
C-77			X							X		X		
ALIGN. PORT ST-FRANÇOIS		X											SENSIBILITÉ DÉFICIENTE/PORTÉE NOCTURNE FEU O.K.-PORTÉE DIURNE FEU 0 % COURSE/PORTÉE M.J. O.K.	
F.Q. PORT ST-FRANÇOIS										X		X	IDENTIFIE EN VISUEL ET RADAR (REFL. RADAR) PROXIMITÉ DES HAUTS-FONDS	
S-2							X		X			X		
S-3					X				X			X		
S-4			X		X				X	X		X		
S-6			X		X				X	X		X		
F.R. NICOLET+RACON												X		
ALIGN. NICOLET		±											SENSIBILITÉ ACCEPTABLE/PORTÉE NOCTURNE FEU O.K.-PORTÉE DIURNE FEU 0 % COURSE/PORTÉE M.J. O.K.	
S-8			X		X					X		X		
S-10			X			X				X		X		
S-12			X				X		X	X	X	X		
S-13				X	X					X		X		
S-16			X			X				X		X		
S-17				X	X					X		X		
S-21			X		X					X		X		

Identité de l'aide ↓	Portée visuelle (PORTÉE VISUELLE)	Sensibilité du sonar (SENSIBILITÉ)	Port d'attache (PORT D'ATTACHE)	Alignement par l'axe (ALIGNEMENT PAR L'AXE)	Marque à l'entrée de la courbe (MARQUE À L'ENTRÉE DE LA COURBE)	Marque au début de la courbe (MARQUE AU DÉBUT DE LA COURBE)	Marque à la fin de la courbe (MARQUE À LA FIN DE LA COURBE)	Marque de rétablissement (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT)	Marque de rétablissement entrée de chenal (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT ENTRÉE DE CHENAL)	Marque de rétablissement (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT)	Marque de rétablissement (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT)	Marque de rétablissement (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT)	Marque de rétablissement (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT)	Marque de rétablissement (MARQUE DE RÉTABLISSEMENT)	REMARQUES
	PROBLÈMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS				COURBES			RÉTABLISSEMENT					AUTRES		
S-22					X			X					X		X
S-25			X		X								X		X
S-26	X(J)			X			X								X
S-27				X		X									X
ALIGN. POINTE-DU-LAC															X SENSIBILITÉ O.K./PORTÉE NOCTURNE FEU O.K.-PORTÉE DIURNE FEU 0 % COURSE/PORTÉE M.J. SUR 1/2 CHENAL + CIBLE RADAR SUR F.A. - Alignement en paire avec align. Yamachiche
S-31				X						X	X	X	X		
S-32	X(J)			X				X		X		X	X		
S-43	X(J)			X						X	X	X	X		
S-44				X						X	X	X	X		
S-51	X(J)			X						X	X	X	X		
S-54				X						X	X	X	X		
S-58			X							X	X	X	X		
F.R. YAMACHICHE															X
ALIGN. YAMACHICHE															X SENSIBILITÉ O.K./PORTÉE NOCTURNE FEU O.K.-PORTÉE DIURNE FEU 0 % COURSE/PORTÉE M.J. SUR 1/2 CHENAL alignement en paire avec align. Pointe-du-Lac
YAM B										X	X		X		IDENTIFIE ZONE D'ANCRAGE

Identité de l'aide ↓	Portes visuelles insuffisantes J-JOUR N-NUIT	Sensibilisé insuffisamment	Pas d'alignement à l'avant: deux bouées requises par tribord	Alignement par l'avant: (une) bouée requise par tribord		Marque à l'apex de la courbe	Marque au début de la courbe	Marque à la fin de la courbe		Marque de rétablissement/courbe	Marque de rétablissement/entrée de chenal		Marque de délimitation du chenal	Marque de danger	Pour respect de l'espace: ment des bouées dans un chenal restreint	Cible radar selon échelle radar utilisée	REMARQUES
	PROBLEMES RELIES AUX ALIGNEMENTS					COURBES				RÉTABLISSEMENT			AUTRES				
K-91			X							X			X	X	X	X	
K-92	N/J		X							X			X		X	X	
K-95			X							X			X		X	X	
K-96	J		X(J)	X(N)									X	X	X	X	
K-99			X			X				X			X	X	X	X	
K-100	J		X(J)	X(N)		X				X			X		X	X	
K-101				X		X							X		X	X	
K-103				X						X			X		X	X	
K-104			X							X			X	X	X	X	
K-107	J	X	X(J)	X(N)		X							X	X	X	X	
K-108		X	X			X							X	X	X	X	
K-111				X									X		X	X	
K-112	J/N		X							X			X	X	X	X	
K-115				X									X	X	X	X	
K-116	J		X(J)	X(N)									X	X	X	X	
K-119	J	X	X(J)	X(N)									X	X	X	X	
K-120	J		X(J)	X(N)									X		X	X	
FQ ST-FRANÇOIS																	X
K-123	J	X	X(J)	X(N)									X		X	X	
K-124	J		X(J)	X(N)									X	X	X	X	
K-127	J	X	X(J)	X(N)									X	X	X	X	
K-128	J		X(J)	X(N)									X	X	X	X	
K-131	J/N	X	X										X	X	X	X	

Identité de l'aide ↓	Portée visuelle insuffisante J=JOUR N=NUIT	Sensibi- lité in- adéquate	Pas d'ali- gnement à l'avant: deux bouées requises par tribord	Alignement par l'avant: 1 (une) bouée requise par tribord		Marque à l'apex de la courbe	Marque au début de la courbe	Marque à la fin de la courbe		Marque de rétablis- sement/ courbe	Marque de rétablis- sement/ entrée de chenal	Marque de délimi- tation du chenal	Marque de danger	Pour respec- ter l'espacement des bouées dans un chenal res- treint	Cible- radar selon échelle radar utilisée	REMARQUES
	PROBLEMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS					COURBES				RÉTABLISSEMENT			AUTRES			
K-132				X								X	X	X	X	
K-135	J/N	X	X							X		X	X	X	X	
K-136				X						X		X		X	X	
FQ ST-JEAN+RACON															X	
ALIGN. BANC BRÛLÉ AMONT		X														PERCEPTIBILITÉ LATÉRALE PAS DANS LES NORMES À LA FIN DU CHENAL- PORTÉE M.J.1/4 DE LA COURSE/PORTÉE NOCTURNE FEU 90 % COURSE-PORTÉE DIURNE FEU 0 % COURSE alignement en paire avec align. St-Michel
ALIGN. CAP GRIBANE		X														PERCEPTIBILITÉ LATÉRALE PAS DANS LES NORMES À LA FIN DE CHENAL- PORTÉE M.J.3/4 DE LA COURSE-PORTÉE NOCTURNE FEU 100 % COURSE- PORTÉE DIURNE FEU 0 % DE LA COURSE
ALIGN. ARGENTENAYE																SENSIBILITÉ O.K.-PORTÉE M.J.0 % DE LA COURSE-PORTÉE NOCTURNE FEU 85 % DE LA COURSE-PORTÉE DIURNE FEU 0 % DE LA COURSE
FR CAP BRÛLÉ						X										
ALIGN. ST-MICHEL																SENSIBILITÉ O.K.-PORTÉE M.J. 0 % DE LA COURSE-PORTÉE NOCTURNE FEU 80 % DE LA COURSE-PORTÉE DIURNE FEU 0 % DE LA COURSE alignement en paire avec align. Banc Brûlé aval

Identité de l'aide ↓	Portée visuelle insuffisante J-JOUR N-NUIT	Sensibi- lité in- adéquate	Eas d'ali- gnement à l'avant deux bouées requises par tribord	Alignement par l'avant 1 (une) bouée requise par tribord		Marque à l'apex de la courbe	Marque au début de la courbe	Marque à la fin de la courbe		Marque de rétabli- sement/ courbe	Marque de rétabli- sement/ entrée de chenal		Marque de délimi- tation du chenal	Marque de danger	Pour respec- ter espa- ment des bouées dans un chenal res- treint	Cité- radar selon échelle radar utilisée	REMARQUES
	PROBLEMES RELIÉS AUX ALIGNEMENTS					COURBES				RÉTABLISSEMENT			AUTRES				
FR PTE À L'ISLET																	Identifie la rive nord de l'entrée de la rivière ainsi que l'entrée de la baie de Tadoussac
ALIGN. POINTE NOIRE+FR																	ALIGNEMENT : UNIQUE AIDE FIABLE L'HIVER POUR MOUVEMENT LATÉRAL FR : PERMET DE CONFIRMER FONCTIONNEMENT ALIGN. AVANT DE SORTIR DE LA RIVIÈRE SENSIBILITÉ O.K.- PORTÉE FEU NOCTURNE O.K. DIURNE 5 % COURSE-PORTÉE M.J. O.K. (JUSQU'À BOUÉE SAGUENAY)
S-8				X						X		X	X	X		X	
S-7			X							X		X	X	X		X	
S-5			X									X	X			X	
S-4				X								X	X			X	
S-3			X									X	X			X	
FR HAUT FOND PRINCE																X	SEUL REPÈRE RADAR (FIABLE) AU LARGE - PENDANT L'HIVER
SAGUENAY	X (J)									X						X	
K-54														X		X	
K-55														X		X	
K-56														X		X	
FR ÎLE ROUGE																X	REPÈRE RADAR ET VISUEL POUR PASSAGE CÔTÉ NORD/SUD DE L'ÎLE
K-58														X		X	
S-7																	AIDE SUPPLÉMENTAIRE ENVISAGÉE ENTRE S-4 ET S-8 POUR IDENTIFIER W/F CÔTÉ NORD ET IDENTIFIER SÉCURITAIREMENT LE CÔTÉ EST DU CHENAL
																	Note générale : Trafic mixte (commercial/croisiéristes/plaisanciers) très important durant l'été

Annexe E : Configurations d'aides à la navigation

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
F.A. Cap-Rouge	1895.6	8C	Alignement	47°07'30.038"	070°42'06.041"
F.P. Cap-Rouge	1895.7	8C	Alignement	47°07'05.055"	070°42'38.078"
amer "Neptune"	6893.2	10A	Amer	47°09'42.422"	070°36'27.666"
K-092	1893.6	12A	2,9 m cloche	47°09'35.437"	070°39'40.530"
K-091	1893.5	12A	2,9 m cloche	47°09'16.179"	070°39'36.524"
amer "Pointe d'Alliance"	6893.3	10A	Amer	47°10'08.827"	070°39'50.998"
F.A. Pointe Argenteay	1910.5	8B	Alignement	47°00'27.870"	070°48'18.450"
F.P. Pointe Argenteay	1910.6	8C	Alignement	46°59'13.116"	070°49'30.762"
amer "12 foot rock"	6895.75	10A	Amer	47°06'16.225"	070°40'19.899"
K-096	1894	12A	2,9 m cloche	47°08'39.284"	070°40'29.906"
K-096	idem	15A	espar 1,0 m	47°08'39.284"	070°40'29.906"
K-095	1895	12A	2,9 m cloche	47°08'04.806"	070°40'46.146"
K-099	1895.8	12A	2,9 m cloche	47°06'53.421"	070°41'55.698"
K-100	1895.9	12A	2,9 m cloche	47°06'38.929"	070°42'27.186"
F. A. Cap Gribane	1895.2	8C	Alignement	47°08'27.244"	070°41'08.788"
F. P. Cap Gribane	1895.3	8C	Alignement	47°08'40.433"	070°41'00.237"
amer "Cap Tourmente"	6903.2	10A	Amer	47°05'16.994"	070°44'35.038"
K-101	1895.91	12A	2,9 m cloche	47°06'15.852"	070°42'26.307"
K-104	1897	12A	2,9 m cloche	47°05'14.933"	070°43'21.537"
K-103	1896	12A	2,9 m cloche	47°05'10.941"	070°43'08.309"
RACON Banc Brûlé	"1900"	7A	Racon	47°05'22.548"	070°42'38.850"
amer "Friponne"	6905.3	10A	Amer	47°04'18.907"	070°47'06.945"
K-107	1904	12A	2,9 m cloche	47°03'46.184"	070°44'03.106"
K-108	1905	12A	2,9 m cloche	47°03'50.929"	070°44'15.841"
K-108	idem	15A	espar 1,0 m	47°03'50.929"	070°44'15.841"
F. A. amont du Cap Brûlé	1900	8C	Alignement	47°05'22.548"	070°42'38.850"
F. P. amont du Cap Brûlé	1901	8C	Alignement	47°05'49.976"	070°42'12.384"
amer "Décor"	6910.3	10A	Amer	47°01'20.016"	070°47'46.611"
K-111	1906	12A	2,9 m cloche	47°02'31.844"	070°45'14.737"
K-112	1908	12A	2,9 m cloche	47°02'37.275"	070°45'26.806"
K-112	idem	15A	espar 1,0 m	47°02'37.275"	070°45'26.806"
K-115	1909	12A	2,9 m cloche	47°01'18.207"	070°46'25.625"
K-116	1910	12A	2,9 m cloche	47°01'23.636"	070°46'37.692"
K-116	idem	15A	espar 1,0 m	47°01'23.636"	070°46'37.692"
amer "Île Madame Est"	6912.3	10A	Amer	46°58'45.677"	070°46'58.373"
amer "Île Madame Ouest"	6913.6	10A	Amer	46°57'41.188"	070°48'10.385"
K-119	1911	12A	2,9 m cloche	47°00'04.557"	070°47'36.459"
K-120	1912	12A	2,9 m cloche	47°00'09.984"	070°47'48.523"
K-120	1912	15A	espar 1,0 m	47°00'09.984"	070°47'48.523"
F.Q. St-François	1913	4C	Feu qual	46°59'47.578"	070°48'29.496"
amer "Cané"	6913.5	10A	Amer	46°58'38.457"	070°49'44.804"
F. A. St-Michel	1918	8C	Alignement	46°52'31.008"	070°54'59.790"
F. P. St-Michel	1919	8C	Alignement	46°51'43.930"	070°55'44.758"
K-123	1913.4	13A	1,8 m NT	46°58'50.900"	070°48'47.234"
K-124	1912.5	13A	1,8 m NT	46°58'56.324"	070°48'59.296"
K-127	1914	12A	1,8 m moine	46°57'37.231"	070°49'57.955"
K-128	1915	12A	2,9 m cloche	46°57'42.654"	070°50'10.013"
K-128	idem	15A	espar 1,0 m	46°57'42.654"	070°50'10.013"
amer "Gabriel"	6917.7	10A	Amer	46°56'15.755"	070°52'21.254"
K-131	1916	12A	2,9 m cloche	46°56'41.704"	070°50'51.217"
K-132	1917	12A	2,9 m cloche	46°56'45.475"	070°51'04.856"
K-132	idem	15A	espar 1,0 m	46°56'45.475"	070°51'04.856"
K-135	1917.3	12A	2,9 m cloche	46°55'53.597"	070°51'37.331"
DAME	1922	12A	2,9 m	46°55'53.078"	070°50'30.283"
K-136	1917.2	12A	2,9 m cloche	46°55'31.784"	070°52'15.477"
K-136	idem	15A	espar 1,0 m	46°55'31.784"	070°52'15.477"
F.Q. St-Jean	1923	4C	Feu qual	46°54'56.524"	070°53'46.961"
RACON St-Jean	"1923"	7A	Racon	46°54'56.524"	070°53'46.961"

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
F.A. Cap-Rouge	1895.6	8C	Alignement	47°07'30.038"	070°42'06.041"
F.P. Cap-Rouge	1895.7	8C	Alignement	47°07'05.055"	070°42'38.078"
amer "Neptune"	6893.2	10A	Amer	47°09'42.422"	070°36'27.666"
K-092	1893.6	12A	2,9 m cloche	47°09'35.437"	070°39'40.530"
K-091	1893.5	12A	2,9 m cloche	47°09'16.179"	070°39'36.524"
amer "Pointe d'Alliance"	6893.3	10A	Amer	47°10'08.827"	070°39'50.998"
F.A. Pointe Argenteay	1910.5	8B	Alignement	47°00'27.870"	070°48'18.450"
F.P. Pointe Argenteay	1910.6	8C	Alignement	46°59'13.116"	070°49'30.762"
amer "12 foot rock"	6895.75	10A	Amer	47°06'16.225"	070°40'19.899"
K-096	1894	12A	2,9 m cloche	47°08'39.284"	070°40'29.906"
K-096	idem	15A	espar 1,0 m	47°08'39.284"	070°40'29.906"
K-095	1895	12A	2,9 m cloche	47°08'04.806"	070°40'46.146"
K-099	1895.8	12A	2,9 m cloche	47°06'53.421"	070°41'55.698"
K-100	1895.9	12A	2,9 m cloche	47°06'38.929"	070°42'27.186"
F. A. Cap Gribane	1895.2	8C	Alignement	47°08'27.244"	070°41'08.788"
F. P. Cap Gribane	1895.3	8C	Alignement	47°08'40.433"	070°41'00.237"
amer "Cap Tourmente"	6903.2	10A	Amer	47°05'16.994"	070°44'35.038"
K-101	1895.91	12A	2,9 m cloche	47°06'15.852"	070°42'26.307"
K-104	1897	12A	2,9 m cloche	47°05'14.933"	070°43'21.537"
K-103	1896	12A	2,9 m cloche	47°05'10.941"	070°43'08.309"
RACON Banc Brûlé	"1900"	7A	Racon	47°05'22.548"	070°42'38.850"
amer "Friponne"	6905.3	10A	Amer	47°04'18.907"	070°47'06.945"
K-107	1904	12A	2,9 m cloche	47°03'46.184"	070°44'03.106"
K-108	1905	12A	2,9 m cloche	47°03'50.929"	070°44'15.841"
K-108	idem	15A	espar 1,0 m	47°03'50.929"	070°44'15.841"
F. A. amont du Cap Brûlé	1900	8C	Alignement	47°05'22.548"	070°42'38.850"
F. P. amont du Cap Brûlé	1901	8C	Alignement	47°05'49.976"	070°42'12.384"
amer "Décor"	6910.3	10A	Amer	47°01'20.016"	070°47'46.611"
K-111	1906	12A	2,9 m cloche	47°02'31.844"	070°45'14.737"
K-112	1908	12A	2,9 m cloche	47°02'37.275"	070°45'26.806"
K-112	idem	15A	espar 1,0 m	47°02'37.275"	070°45'26.806"
K-115	1909	12A	2,9 m cloche	47°01'18.207"	070°46'25.625"
K-116	1910	12A	2,9 m cloche	47°01'23.636"	070°46'37.692"
K-116	idem	15A	espar 1,0 m	47°01'23.636"	070°46'37.692"
amer "Île Madame Est"	6912.3	10A	Amer	46°58'45.677"	070°46'58.373"
amer "Île Madame Ouest"	6913.6	10A	Amer	46°57'41.188"	070°48'10.385"
K-119	1911	12A	2,9 m cloche	47°00'04.557"	070°47'36.459"
K-120	1912	12A	2,9 m cloche	47°00'09.984"	070°47'48.523"
K-120	1912	15A	espar 1,0 m	47°00'09.984"	070°47'48.523"
F.Q. St-François	1913	4C	Feu quel	46°59'47.578"	070°48'29.496"
amer "Carré"	6913.5	10A	Amer	46°58'38.457"	070°49'44.804"
F. A. St-Michel	1918	8C	Alignement	46°52'31.008"	070°54'59.790"
F. P. St-Michel	1919	8C	Alignement	46°51'43.930"	070°55'44.758"
K-123	1913.4	13A	1,8 m NT	46°58'50.900"	070°48'47.234"
K-124	1912.5	13A	1,8 m NT	46°58'56.324"	070°48'59.296"
K-127	1914	12A	1,8 m moine	46°57'37.231"	070°49'57.955"
K-128	1915	12A	2,9 m cloche	46°57'42.654"	070°50'10.013"
K-128	idem	15A	espar 1,0 m	46°57'42.654"	070°50'10.013"
amer "Gabriel"	6917.7	10A	Amer	46°56'15.755"	070°52'21.254"
K-131	1916	12A	2,9 m cloche	46°56'41.704"	070°50'51.217"
K-132	1917	12A	2,9 m cloche	46°56'45.475"	070°51'04.856"
K-132	idem	15A	espar 1,0 m	46°56'45.475"	070°51'04.856"
K-135	1917.3	12A	2,9 m cloche	46°55'53.597"	070°51'37.331"
DAME	1922	12A	2,9 m	46°55'53.078"	070°50'30.283"
K-136	1917.2	12A	2,9 m cloche	46°55'31.784"	070°52'15.477"
K-136	idem	15A	espar 1,0 m	46°55'31.784"	070°52'15.477"
F.Q. St-Jean	1923	4C	Feu quel	46°54'56.524"	070°53'46.961"
RACON St-Jean	"1923"	7A	Racon	46°54'56.524"	070°53'46.961"

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
F.A. Cap-Rouge	1895.6	8C	Alignement	47°07'30.038"	070°42'06.041"
F.P. Cap-Rouge	1895.7	8C	Alignement	47°07'05.055"	070°42'38.078"
amer "Neptune"	6893.2	10A	Amer	47°09'42.422"	070°36'27.666"
K-091	1893.5	12A	2,9 m cloche	47°09'16.179"	070°39'36.524"
amer "Pointe d'Alliance"	6893.3	10A	Amer	47°10'08.827"	070°39'50.998"
F.A. Pointe Argenteuay	1910.5	8B	Alignement	47°00'27.870"	070°48'18.450"
F.P. Pointe Argenteuay	1910.6	8C	Alignement	46°59'13.116"	070°49'30.762"
amer "12 foot rock"	6895.75	10A	Amer	47°06'16.225"	070°40'19.899"
K-096	1894	12A	2,9 m cloche	47°08'39.284"	070°40'29.906"
K-096	idem	15A	espar 1,0 m	47°08'39.284"	070°40'29.906"
K-099	1895.8	12A	2,9 m cloche	47°06'53.421"	070°41'55.698"
F. A. Cap Gribane	1895.2	8C	Alignement	47°08'27.244"	070°41'08.788"
F. P. Cap Gribane	1895.3	8C	Alignement	47°08'40.433"	070°41'00.237"
amer "Cap Tourmente"	6903.2	10A	Amer	47°05'16.994"	070°44'35.038"
RACON Banc Brûlé	"1900"	7A	Racon	47°05'22.548"	070°42'38.850"
amer "Fripone"	6905.3	10A	Amer	47°04'18.907"	070°47'06.945"
K-108	1905	12A	2,9 m cloche	47°01'19.929"	070°44'15.841"
K-108	idem	15A	espar 1,0 m	47°03'50.929"	070°44'15.841"
F. A. amont du Cap Brûlé	1900	8C	Alignement	47°05'22.548"	070°42'38.850"
F. P. amont du Cap Brûlé	1901	8C	Alignement	47°05'49.976"	070°42'12.384"
amer "Décor"	6910.3	10A	Amer	47°01'20.016"	070°47'46.611"
K-112	1908	12A	2,9 m cloche	47°02'37.275"	070°45'26.806"
K-112	idem	15A	espar 1,0 m	47°02'37.275"	070°45'26.806"
K-115	1909	12A	2,9 m cloche	47°01'18.207"	070°46'25.625"
amer "Île Madame Est"	6912.3	10A	Amer	46°58'45.677"	070°46'58.373"
amer "Île Madame Ouest"	6913.6	10A	Amer	46°57'41.188"	070°48'10.385"
K-120	1912	12A	2,9 m cloche	47°00'09.984"	070°47'48.523"
K-120	1912	15A	espar 1,0 m	47°00'09.984"	070°47'48.523"
F.Q. St-François	1913	4C	Feu quoi	46°59'47.578"	070°48'29.496"
amer "Carré"	6913.5	10A	Amer	46°58'38.457"	070°49'44.804"
F. A. St-Michel	1918	8C	Alignement	46°52'31.008"	070°54'59.790"
F. P. St-Michel	1919	8C	Alignement	46°51'43.930"	070°55'44.758"
K-128	1915	12A	2,9 m cloche	46°57'42.654"	070°50'10.013"
K-128	idem	15A	espar 1,0 m	46°57'42.654"	070°50'10.013"
amer "Gabriel"	6917.7	10A	Amer	46°56'15.755"	070°52'21.254"
K-132	1917	12A	2,9 m cloche	46°56'45.475"	070°51'04.856"
K-132	idem	15A	espar 1,0 m	46°56'45.475"	070°51'04.856"
K-135	1917.3	12A	2,9 m cloche	46°55'53.597"	070°51'37.331"
DAME	1922	12A	2,9 m	46°55'53.078"	070°50'30.283"
K-136	1917.2	12A	2,9 m cloche	46°55'31.784"	070°52'15.477"
K-136	idem	15A	espar 1,0 m	46°55'31.784"	070°52'15.477"
F.Q. St-Jean	1923	4C	Feu quoi	46°54'56.524"	070°53'46.961"
RACON St-Jean	"1923"	7A	Racon	46°54'56.524"	070°53'46.961"

Identification	# L.F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
C-52	2093.3	13A	1,8 m N.T.	46°20' 42.742"	072°31' 36.630"
C-53	2094	13A	1,8 m N.T.	46°20' 29.3"	072°31' 04.5"
C-53	idem	15A	espor 0,7 m	46°20' 29.3"	072°31' 04.5"
C-57	2097	13A	1,8 m N.T.	46°20' 07.3"	072°31' 40.8"
F. A. Ste-Angele-de-Laval	2092	8C	Alignement	46° 18' 48.272"	072° 33' 59.932"
F. P. Ste-Angele-de-Laval	2093	8C	Alignement	46° 18' 43.396"	072° 34' 09.337"
C-61	2099	13A	1,8 m N.T.	46° 19' 45.19"	072° 32' 17.399"
C-61	idem	15A	espor 0,7 m	46° 19' 45.19"	072° 32' 17.399"
C-63	2104.2	13A	1,8 m N.T.	46° 19' 22.134"	072° 32' 44.637"
C-63	idem	15A	espor 0,7 m	46° 19' 22.134"	072° 32' 44.637"
C-65	2104.6	13A	1,8 m N.T.	46° 18' 48.685"	072° 33' 08.349"
C-65	idem	15A	espor 0,7 m	46° 18' 48.685"	072° 33' 08.349"
Feux du pont	pas vu	N. A.			
RACON (T)	7105.72	7A	RACON	46° 18' 30"	072° 33' 48"
RACON (H)	7105.73	7A	RACON	46° 18' 23"	072° 33' 39"
C-67	2106	13A	1,8 m N.T.	46° 18' 15.797"	072° 33' 48.290"
C-67	idem	15A	espor 0,7 m	46° 18' 15.797"	072° 33' 48.290"
C-68	2106	13A	1,8 m N.T.	46° 18' 30.5"	072° 33' 56.3"
C-70	2108	13A	1,8 m N.T.	46° 18' 06.345"	072° 34' 36.139"
C-71	2109	13B	1,8 m N.T.	46°17'25.876"	072°34'59.453"
C-72	2109.1	13A	1,8 m N.T.	46°17'38.596"	072°35'25.484"
C-72	idem	15A	espor 0,7 m	46°17'38.596"	072°35'25.484"
TRV-A	2109.5	13B	1,8 m N.T.	46°17'12.1"	72°34'25.1"
C-77	2109.6	13A	1,8 m N.T.	46°16'42.664"	072°36'35.647"
C-77	idem	15A	espor 0,7 m	46°16'42.664"	072°36'35.647"
amer "Semeur 85"	7109.7	10A	amer	46°17'32.926"	072°37'14.456"
amer "Miracle"	7109.8	10A	amer	46°17'15.998"	072°38'17.676"
F.G. Port St-François	2111	4A	Feu quel	46°16'20.523"	072°37'09.576"
S-002	2110	13A	1,8 m N.T.	46°16'29.950"	072°37'22.366"
S-003	2114.5	13A	1,8 m N.T.	46°15'58.061"	072°37'58.172"
S-004	2114	13A	1,8 m N.T.	46°16'06.711"	072°38'05.342"
S-004	idem	15A	espor 0,7 m	46°16'06.711"	072°38'05.342"
F. A. St-François	2112	8C	Alignement	46°16'16.493"	072°37'10.897"
F. P. St-François	2113	8C	Alignement	46°16'32.988"	072°36'11.391"
S-006	2118.5	13A	1,8 m	46°15'56.517"	072°38'42.016"
S-006	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'56.517"	072°38'42.016"
RACON	"2119.9"	7A	Racon	46°15'27.094"	072°39'03.456"
F. secteurs Nicolet	2119.5	9C	Feu à secteurs	46°15'27.094"	072°39'03.456"
S-008	2119	13A	1,8 m N.T.	46°15'50.821"	072°39'16.723"
S-008	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'50.821"	072°39'16.723"
S-009	2120	13A	1,8 m N.T.	46°15'32.7"	072°39' 0.8"
F. A. Inverse Nicolet	2117	8B	Alignement	46°15'34.949"	072°37'48.366"
F. P. Inverse Nicolet	2118	8C	Alignement	46°15'32.730"	072°37'21.312"
S-010	2120.5	13A	1,8 m N.T.	46°15'50.035"	072°39'52.370"
S-010	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'50.035"	072°39'52.370"
amer "Canon"	N. A.	10A	amer	46°13'33.011"	072°40'17.517"
S-013	2122	13A	1,8 m	46°15'43.516"	072°40'34.390"
S-012	2121	13A	1,8 m N.T.	46°15'53.929"	072°40'40.118"
S-012	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'53.929"	072°40'40.118"
S-017	2123	13A	1,8 m	46°15'44.928"	072°41'09.978"
S-016	2122.8	13A	1,8 m N.T.	46°15'57.817"	072°41'27.861"
S-016	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'57.817"	072°41'27.861"
LAC	2123.5	16A	26" électr.	46°16'03.114"	072°41'43.426"
S-021	2124	13A	1,8 m	46°15'42.641"	072°41'49.059"
S-022	2127	13A	1,8 m N.T.	46°15'54.576"	072°42'02.816"
S-022	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'54.576"	072°42'02.816"
S-025	2128	13A	1,8 m N.T.	46°15'35.470"	072°42'27.228"
S-026	2129	13A	1,8 m N.T.	46°15'40.581"	072°42'46.936"
S-026	idem	15A	espor 0,7 m	46°15'40.581"	072°42'46.936"
amer "Gloises"	7127.7	10A	amer	46°17'29.631"	072°43'46.196"
F. A. Pointe-du-Lac	2125	8C	Alignement	46°16'05.496"	072°41'43.219"
POB Pointe-du-Lac	2125	4C	Feu référence	46°16'05.496"	072°41'43.219"
F. P. Pointe-du-Lac	2126	8C	Alignement	46°16'46.347"	072°40'15.433"
S-027	2129.3	13A	1,8 m	46°15'24.971"	072°42'59.921"
S-031	2129.6	13A	1,8 m N.T.	46°14'36.868"	072°44'43.092"
S-032	2130	13A	1,8 m N.T.	46°14'43.463"	072°44'49.476"
S-032	idem	15A	espor 0,7 m	46°14'43.463"	072°44'49.476"
S-041	2131.4	13A	1,4 m	46°14'17.2"	072°45'26.5"
S-042	2131.5	13A	1,8 m N.T.	46°14'23.6"	072°45'32.9"
S-042	idem	15A	espor 0,7 m	46°14'23.6"	072°45'32.9"
F. A. courbe ouest Yamachiche	2137.2	8C	Alignement	46°12'18.698"	072°49'49.129"
POB courbe ouest Yamachiche	2137.2	4C	Feu référence	46°12'18.698"	072°49'49.129"
F. P. courbe ouest Yamachiche	2137.3	8C	Alignement	46°12'04.913"	072°50'18.575"
RACON	"2137.2"	7A	Racon	46°12'18.698"	072°49'49.129"
amer "Gignac"	7132.3	10A	amer	46°15'54.575"	072°47'59.680"
S-043	2131.7	13A	1,8 m N.T.	46°13'48.738"	072°46'26.213"
S-044	2132	13A	1,8 m N.T.	46°13'56.322"	072°46'32.497"
S-044	idem	15A	espor 0,7 m	46°13'56.322"	072°46'32.497"
S-054	2134	13A	1,8 m N.T.	46°13'07.165"	072°48'15.670"
S-054	idem	15A	espor 0,7 m	46°13'07.165"	072°48'15.670"
S-051	2133	13A	1,8 m N.T.	46°12'56.620"	072°48'19.901"
F. R. courbe Yamachiche	2134.8	4C	Feu référence	46°12'52.990"	072°49'10.035"
S-058	2136	13B	1,8 m N.T.	46°12'48.713"	072°49'07.886"
YAM-A	2133.2	13B	1,8 m N.T.	46°12'37.9"	072°48'29.7"
YAM-B	2133.21	13B	1,8 m N.T.	46°12'29.038"	072°48'53.454"

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
C-52	2093.3	13A	1,8 m N.T.	46°20' 42.742"	072°31' 36.620"
C-57	2097	13A	1,8 m N.T.	46°20' 07.3"	072°31' 40.8"
F. A. Ste-Angèle-de-Laval	2092	8C	Alignement	46° 18' 48.272"	072° 33' 59.932"
F. P. Ste-Angèle-de-Laval	2093	8C	Alignement	46° 18' 43.396"	072° 34' 09.337"
C-61	2099	13A	1,8 m N.T.	46° 19' 45.19"	072° 32' 17.399"
C-61	idem	15A	espar 0,7 m	46° 19' 45.19"	072° 32' 17.399"
C-63	2104.2	13A	1,8 m N.T.	46° 19' 22.134"	072° 32' 44.637"
C-63	idem	15A	espar 0,7 m	46° 19' 22.134"	072° 32' 44.637"
C-65	2104.6	13A	1,8 m N.T.	46° 18' 48.685"	072° 33' 08.349"
C-65	idem	15A	espar 0,7 m	46° 18' 48.685"	072° 33' 08.349"
Feux du pont	FEUX	N. A.			
RACON (T)	7105.72	7A	RACON	46° 18' 30"	072° 33' 48"
RACON (H)	7105.73	7A	RACON	46° 18' 23"	072° 33' 39"
C-67	2106	13A	1,8 m N.T.	46° 18' 15.797"	072° 33' 48.290"
C-67	idem	15A	espar 0,7 m	46° 18' 15.797"	072° 33' 48.290"
C-70	7108	13B	espar 0,7 m	46° 18' 05.365"	072° 34' 36.139"
C-71	2109	13B	1,8 m N.T.	46°17'25.876"	072°34'59.453"
C-72	2109.1	13A	1,8 m N.T.	46°17'38.596"	072°35'25.484"
C-72	idem	15A	espar 0,7 m	46°17'38.596"	072°35'25.484"
C-77	2109.6	13A	1,8 m N.T.	46°16'42.664"	072°36'35.647"
C-77	idem	15A	espar 0,7 m	46°16'42.664"	072°36'35.647"
amer "Stemes"85"	7109.7	10A	amer	46°17'32.926"	072°37'14.456"
amer "Morais"	7109.8	10A	amer	46°17'15.998"	072°38'17.676"
F.Q. Port St-François	2111	4A	Feu quel	46°16'20.523"	072°37'09.576"
S-002	2110	13A	1,8 m N.T.	46°16'29.950"	072°37'22.366"
S-003	2114.5	13A	1,8 m N.T.	46°15'58.061"	072°37'58.172"
S-004	2114	13A	1,8 m N.T.	46°16'06.711"	072°38'05.342"
S-004	idem	15A	espar 0,7 m	46°16'06.711"	072°38'05.342"
F. A. St-François	2112	8C	Alignement	46°16'16.493"	072°37'10.897"
F. P. St-François	2113	8C	Alignement	46°16'32.988"	072°36'11.391"
S-006	2118.5	13A	1,8 m	46°15'56.517"	072°38'42.016"
S-006	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'56.517"	072°38'42.016"
RACON	"2119.5"	7A	Racon	46°15'27.094"	072°39'03.456"
F. secteurs Nicolet	2119.5	9C	Feu à secteurs	46°15'27.094"	072°39'03.456"
S-008	2119	13A	1,8 m N.T.	46°15'50.821"	072°39'16.723"
S-008	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'50.821"	072°39'16.723"
F. A. traverse Nicolet	2117	8B	Alignement	46°15'34.949"	072°37'48.366"
F. P. traverse Nicolet	2118	8C	Alignement	46°15'32.730"	072°37'21.312"
S-010	2120.5	13A	1,8 m N.T.	46°15'50.035"	072°39'52.370"
S-010	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'50.035"	072°39'52.370"
amer "Canon"	N. A.	10A	amer	46°13'33.011"	072°40'17.517"
S-013	2122	13A	1,8 m	46°15'43.516"	072°40'34.390"
S-012	2121	13A	1,8 m N.T.	46°15'53.929"	072°40'40.115"
S-012	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'53.929"	072°40'40.115"
S-017	2123	13A	1,8 m	46°15'44.928"	072°41'09.978"
S-016	2122.8	13A	1,8 m N.T.	46°15'57.817"	072°41'27.861"
S-016	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'57.817"	072°41'27.861"
LAC	2123.5	16A	2°6" électr.	46°16'03.114"	072°41'43.426"
S-021	2124	13A	1,8 m	46°15'42.641"	072°41'49.059"
S-022	2127	13A	1,8 m N.T.	46°15'54.576"	072°42'02.816"
S-022	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'54.576"	072°42'02.816"
S-025	2128	13A	1,8 m N.T.	46°15'35.470"	072°42'27.226"
S-026	2129	13A	1,8 m N.T.	46°15'40.581"	072°42'46.936"
S-026	idem	15A	espar 0,7 m	46°15'40.581"	072°42'46.936"
amer "Glaises"	7127.7	10A	amer	46°17'29.631"	072°43'46.196"
F. A. Pointe-du-Lac	2125	8C	Alignement	46°16'05.496"	072°41'43.219"
POS Pointe-du-Lac	2125	4C	Feu référence	46°16'05.496"	072°41'43.219"
F. P. Pointe-du-Lac	2126	8C	Alignement	46°16'46.347"	072°40'15.433"
S-027	2129.3	13A	1,8 m	46°15'24.971"	072°42'59.921"
S-031	2129.6	13A	1,8 m N.T.	46°14'36.868"	072°44'43.092"
S-032	2130	13A	1,8 m N.T.	46°14'43.453"	072°44'49.474"
S-032	idem	15A	espar 0,7 m	46°14'43.453"	072°44'49.474"
F. A. courbe ouest Yamachiche	2137.2	8C	Alignement	46°12'18.698"	072°49'49.129"
POS courbe ouest Yamachiche	2137.2	4C	Feu référence	46°12'18.698"	072°49'49.129"
F. P. courbe ouest Yamachiche	2137.3	8C	Alignement	46°12'04.913"	072°50'18.575"
RACON	"2137.2"	7A	Racon	46°12'18.698"	072°49'49.129"
amer "Gignac"	7132.3	10A	amer	46°15'54.575"	072°47'59.680"
S-043	2131.7	13A	1,8 m N.T.	46°13'48.738"	072°46'26.213"
S-044	2132	13A	1,8 m N.T.	46°13'55.322"	072°46'32.497"
S-044	idem	15A	espar 0,7 m	46°13'55.322"	072°46'32.497"
S-054	2134	13A	1,8 m N.T.	46°13'07.165"	072°48'18.670"
S-054	idem	15A	espar 0,7 m	46°13'07.165"	072°48'18.670"
S-051	2133	13A	1,8 m N.T.	46°12'55.620"	072°48'19.901"
F. R. courbe Yamachiche	2134.8	4C	Feu référence	46°12'52.990"	072°49'10.035"
S-058	7135	13B	esp. 0,7 m	46°12'48.713"	072°49'07.886"
YAM-8	7133.21	13B	esp. 0,7 m	46°12'29.035"	072°48'53.454"

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
C-57	2097	13A	1,8 m N.T.	46°20'07.3"	072°31'40.8"
F. A. Ste-Angèle-de-Laval	2092	8C	Alignement	46°18'48.272"	072°33'59.932"
F. P. Ste-Angèle-de-Laval	2093	8C	Alignement	46°18'43.396"	072°34'09.337"
C-61	2099	13A	1,8 m N.T.	46°19'45.19"	072°32'17.399"
C-61	Idem	15A	espar 0,7 m	46°19'45.19"	072°32'17.399"
C-63	2104.2	13A	1,8 m N.T.	46°19'22.134"	072°32'44.637"
C-63	Idem	15A	espar 0,7 m	46°19'22.134"	072°32'44.637"
C-65	2104.6	13A	1,8 m N.T.	46°18'48.685"	072°33'08.349"
C-65	Idem	15A	espar 0,7 m	46°18'48.685"	072°33'08.349"
Feux du pont	PRIVÉS	N. A.			
RACON ("T")	7105.72	7A	RACON	46°18'30"	072°33'48"
RACON ("H")	7105.73	7A	RACON	46°18'23"	072°33'39"
C-77	2109.6	13A	1,8 m N.T.	46°16'42.664"	072°36'35.647"
C-77	Idem	15A	espar 0,7 m	46°16'42.664"	072°36'35.647"
amer "Stemes'85"	7109.7	10A	amer	46°17'32.926"	072°37'14.456"
amer "Morais"	7109.8	10A	amer	46°17'15.998"	072°38'17.676"
F. Q. Port St-François	2111	4A	Feu quai	46°16'20.523"	072°37'09.576"
S-003	2114.5	13A	1,8 m N.T.	46°15'58.061"	072°37'58.172"
S-004	2114	13A	1,8 m N.T.	46°16'06.711"	072°38'05.342"
S-004	Idem	15A	espar 0,7 m	46°16'06.711"	072°38'05.342"
F. A. St-François	2112	8C	Alignement	46°16'16.493"	072°37'10.897"
F. P. St-François	2113	8C	Alignement	46°16'32.988"	072°36'11.391"
RACON	"2119.5"	7A	Racon	46°15'27.094"	072°39'03.456"
F. secteurs Nicolet	2119.5	9C	Feu à secteurs	46°15'27.094"	072°39'03.456"
S-008	2119	13A	1,8 m N.T.	46°15'50.821"	072°39'16.723"
S-008	Idem	15A	espar 0,7 m	46°15'50.821"	072°39'16.723"
S-009	2120	13A	1,8 m N.T.	46°15'32.7"	072°39'30.5"
F. A. traverse Nicolet	2117	8B	Alignement	46°15'34.949"	072°37'48.366"
F. P. traverse Nicolet	2118	8C	Alignement	46°15'32.730"	072°37'21.312"
amer "Canon"	N. A.	10A	amer	46°13'33.011"	072°40'17.517"
S-017	2123	13A	1,8 m	46°15'44.928"	072°41'09.978"
S-016	2122.8	13A	1,8 m N.T.	46°15'57.817"	072°41'27.861"
S-016	Idem	15A	espar 0,7 m	46°15'57.817"	072°41'27.861"
S-021	2124	13A	1,8 m	46°15'42.641"	072°41'49.059"
S-022	2127	13A	1,8 m N.T.	46°15'54.576"	072°42'02.816"
S-022	Idem	15A	espar 0,7 m	46°15'54.576"	072°42'02.816"
S-026	2129	13A	1,8 m N.T.	46°15'40.581"	072°42'46.936"
S-026	Idem	15A	espar 0,7 m	46°15'40.581"	072°42'46.936"
amer "Glaises"	7127.7	10A	amer	46°17'29.631"	072°43'46.196"
F. A. Pointe-du-Lac	2125	8C	Alignement	46°16'05.496"	072°41'43.219"
POS Pointe-du-Lac	2125	4C	Feu référence	46°16'05.496"	072°41'43.219"
F. P. Pointe-du-Lac	2126	8C	Alignement	46°16'46.347"	072°40'15.433"
S-027	2129.3	13A	1,8 m	46°15'24.971"	072°42'59.921"
S-041	2131.4	13A	1,4 m	46°14'17.2"	072°45'26.5"
S-042	2131.5	13A	1,8 m N.T.	46°14'23.8"	072°45'32.9"
S-042	Idem	15A	espar 0,7 m	46°14'23.8"	072°45'32.9"
F. A. courbe ouest Yamachiche	2137.2	8C	Alignement	46°12'18.698"	072°49'49.129"
POS courbe ouest Yamachiche	2137.2	4C	Feu référence	46°12'18.698"	072°49'49.129"
F. P. courbe ouest Yamachiche	2137.3	8C	Alignement	46°12'04.913"	072°50'18.575"
RACON	"2137.2"	7A	Racon	46°12'18.698"	072°49'49.129"
amer "Gignac"	7132.3	10A	amer	46°15'54.575"	072°47'59.680"
S-054	2134	13A	1,8 m N.T.	46°13'07.165"	072°48'15.670"
S-054	Idem	15A	espar 0,7 m	46°13'07.165"	072°48'15.670"
S-051	2133	13A	1,8 m N.T.	46°12'55.620"	072°48'19.901"
F. R. courbe Yamachiche	2134.8	4C	Feu référence	46°12'52.990"	072°49'10.035"
YAM-B	7133.21	13B	esp. 0,7 m	46°12'29.035"	072°48'53.454"

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
Anse-aux-Basques	1754	7A	RACON	48° 19' 07.45"	69° 24' 46.53"
Anse-aux-Basques	1754	4C	Feu référence	48° 19' 07.45"	69° 24' 46.53"
F. A. Anse-aux-Basques	1754.2	8B	Alignement	48° 19' 05.28"	69° 24' 50.96"
F. P. Anse-aux-Basques	1754.3	8B	Alignement	48° 19' 06.46"	69° 24' 53.812"
Cap Bon-Désir	1755	4C	Feu référence	48° 16' 19.462"	69° 28' 07.231"
F. A. Escoumins Est	1754.7	8B	Alignement	48° 16' 20.510"	69° 29' 23.009"
F. P. Escoumins Est	1754.8	8B	Alignement	48° 16' 31.861"	69° 29' 43.237"
F. A. Escoumins Ouest	1755.5	8B	Alignement	48° 15' 33.391"	69° 30' 18.683"
F. P. Escoumins Ouest	1755.6	8B	Alignement	48° 15' 40.281"	69° 30' 30.968"
K-51	1766.8	12A	2,9 m cloche	48° 06' 53.08"	069° 31' 03.178"
K-55	1766	12A	2,9 m cloche	48° 05' 37.845"	069° 33' 58.891"
Île Rouge	1770	4C	Feu référence	48° 04' 09.983"	69° 33' 16.939"
K-58	1771	12A	2,9 m cloche	48° 03' 30.075"	069° 38' 36.188"
K-58	idem	15A	1,0 m conique	48° 03' 30.075"	069° 38' 36.188"
K-56	1772	12A	2,9 m cloche	48° 04' 54.076"	069° 37' 22.187"
Haut-Fond Prince	1773	4C	Feu référence	48° 06' 29.643"	69° 36' 51.685"
Idem	idem	6A	Sign. brume	48° 06' 29.643"	69° 36' 51.685"
"Saguenay"	1774	12A	2,9 m cloche	48° 07' 08.815"	069° 36' 05.467"
K-54	1774.3	12A	2,9 m cloche	48° 07' 48.584"	069° 35' 56.932"
K-59	1823.8	12A	2,9 m cloche	47° 59' 06.076"	069° 37' 52.183"
Cap-de-la-Tête-au-Chien	1834	4C	Feu référence	47° 54' 41.519"	69° 48' 23.748"
Idem	idem	6A	Sign. brume	47° 54' 41.519"	69° 48' 23.748"
S-3	1774.5	12A	2,9 m cloche	48° 06' 47"	69° 37' 52"
S-4	1775	12A	2,9 m cloche	48° 07' 24.076"	69° 37' 58.19"
S-4	1775	15A	1,0 m conique	48° 07' 24.076"	69° 37' 58.19"
S-5	1776	12A	2,9 m cloche	48° 06' 59.918"	69° 39' 15.841"
S-7	1778	12A	2,9 m cloche	48° 07' 11.075"	69° 40' 30.194"
S-8	1777	12A	2,9 m cloche	48° 07' 30.075"	69° 40' 17.194"
F. A. Pointe-Noire	1779	8C	Alignement	48° 07' 23.909"	69° 43' 00.412"
Idem	idem	6A	Sign. brume	48° 07' 23.909"	69° 43' 00.412"
F. P. Pointe-Noire	1780	8C	Alignement	48° 07' 24.652"	69° 43' 21.049"
F. R. Tadoussac	1782	4C	Feu référence	48° 08' 15.003"	69° 42' 49.900"
F. R. Anse-du-Portage	1784.5	4B	Feu référence	48° 07' 36.658"	69° 43' 49.608"
F. R. Pointe-de-l'Islet	1783	4C	Feu référence	48° 08' 07.297"	69° 42' 59.396"
F. R. Anse-à-l'Eau	1784	4B	Feu référence	48° 08' 19.669"	69° 43' 38.381"
Amer Îlet aux Alouettes	6778.2	10A	Amer	48° 06' 28.403"	69° 41' 02.157"
Amer Moulin à Baude	6775.8	10A	Amer	48° 09' 34.042"	69° 39' 51.376"
H-50	1767	12A	2,9 m cloche	48° 06' 26"	69° 29' 38"
H-52	1769	12A	2,9 m cloche	48° 04' 31.079"	69° 31' 39.176"
F. R. Île Verte	1761	4C	Feu référence	48° 03' 03.888"	69° 25' 27.274"

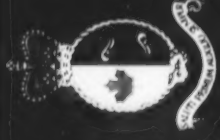
Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
Anse-aux-Basques	1754	7A	RACON	48° 19' 07.45	69° 24' 46.53"
Anse-aux-Basques	1754	4C	Feu référence	48° 19' 07.45	69° 24' 46.53"
F. A. Anse-aux-Basques	1754.2	8B	Alignement	48° 19' 05.28"	69° 24' 50.96"
F. P. Anse-aux-Basques	1754.3	8B	Alignement	48° 19' 06.46"	69° 24' 53.812"
Cap Bon-Désir	1755	4C	Feu référence	48° 16' 19.462"	69° 28' 07.231"
F. A. Escoumins Est	1754.7	8B	Alignement	48° 16' 20.510"	69° 29' 23.009"
F. P. Escoumins Est	1754.8	8B	Alignement	48° 16' 31.861"	69° 29' 43.237"
F. A. Escoumins Ouest	1755.5	8B	Alignement	48° 15' 33.391"	69° 30' 18.683"
F. P. Escoumins Ouest	1755.6	8B	Alignement	48° 15' 40.281"	69° 30' 30.968"
K-51	1766.8	12A	2,9 m cloche	48° 06' 53.08"	069° 31' 03.178"
K-55	1766	12A	2,9 m cloche	48° 05' 37.845"	069° 33' 58.891"
Île Rouge	1770	4C	Feu référence	48° 04' 09.983"	69° 33' 16.939"
K-58	1771	12A	2,9 m cloche	48° 03' 30.075"	069° 38' 36.188"
K-58	idem	15A	1,0 m conique	48° 03' 30.075"	069° 38' 36.188"
K-56	1772	12A	2,9 m cloche	48° 04' 54.076"	069° 37' 22.187"
Haut-Fond Prince	1773	4C	Feu référence	48° 06' 29.643"	69° 36' 51.685"
idem	idem	6A	Sign. brume	48° 06' 29.643"	69° 36' 51.685"
"Saguenay"	1774	12A	2,9 m cloche	48° 07' 08.815"	069° 36' 05.467"
K-54	1774.3	12A	2,9 m cloche	48° 07' 48.584"	069° 35' 56.932"
K-59	1823.8	12A	2,9 m cloche	47° 59' 06.076"	069° 37' 52.183"
Cap-de-la-Tête-au-Chien	1834	4C	Feu référence	47° 54' 41.519"	69° 48' 23.748"
S-3	1774.5	12A	2,9 m cloche	48° 06' 47"	69° 37' 52"
S-4	1775	12A	2,9 m cloche	48° 07' 24.076"	69° 37' 58.19"
S-4	1775	15A	1,0 m conique	48° 07' 24.076"	69° 37' 58.19"
S-5	1776	12A	2,9 m cloche	48° 06' 59.918"	69° 39' 15.841"
S-7	1778	12A	2,9 m cloche	48° 07' 11.075"	69° 40' 30.194"
S-8	1777	12A	2,9 m cloche	48° 07' 30.075"	69° 40' 17.194"
F. A. Pointe-Noire	1779	8C	Alignement	48° 07' 23.909"	69° 43' 00.412"
idem	idem	6A	Sign. brume	48° 07' 23.909"	69° 43' 00.412"
F. P. Pointe-Noire	1780	8C	Alignement	48° 07' 24.652"	69° 43' 21.049"
F. R. Anse-du-Portage	1784.5	4B	Feu référence	48° 07' 36.658"	69° 43' 49.608"
F. R. Pointe-de-l'Islet	1783	4C	Feu référence	48° 08' 07.297"	69° 42' 59.396"
F. R. Anse-à-l'Eau	1784	4B	Feu référence	48° 08' 19.669"	69° 43' 38.381"
Amer îlet aux Alouettes	6778.2	10A	Amer	48° 06' 28.403"	69° 41' 02.157"
Amer Moulin à Baude	6775.8	10A	Amer	48° 09' 34.042"	69° 39' 51.376"
H-52	1769	12A	2,9 m cloche	48° 04' 31.079"	69° 31' 39.176"
F. R. Île Verte	1761	4C	Feu référence	48° 03' 03.888"	69° 25' 27.274"

Identification	# L. F.	Catégorie	Type	Position (en NAD'83)	
				Latitude	Longitude
Anse-aux-Basques	1754	7A	RACON	48° 19' 07.45	69° 24' 46.53"
Anse-aux-Basques	1754	4C	Feu référence	48° 19' 07.45	69° 24' 46.53"
F. A. Anse-aux-Basques	1754.2	8B	Alignement	48° 19' 05.28"	69° 24' 50.96"
F. P. Anse-aux-Basques	1754.3	8B	Alignement	48° 19' 06.46"	69° 24' 53.812"
Île Rouge	1770	4C	Feu référence	48° 04' 09.983"	69° 33' 16.939"
K-58	1771	12A	2,9 m cloche	48° 03' 30.075"	069° 38' 36.188"
K-58	idem	15A	1,0 m conique	48° 03' 30.075"	069° 38' 36.188"
Haut-Fond Prince	1773	4C	Feu référence	48° 06' 29.643"	69° 36' 51.685"
idem	idem	6A	Sign. brume	48° 06' 29.643"	69° 36' 51.685"
S-4	1775	12A	2,9 m cloche	48° 07' 24.076"	69° 37' 58.19"
S-4	1775	15A	1,0 m conique	48° 07' 24.076"	69° 37' 58.19"
F. A. Pointe-Noire	1779	8C	Alignement	48° 07' 23.909"	69° 43' 00.412"
idem	idem	6A	Sign. brume	48° 07' 23.909"	69° 43' 00.412"
F. P. Pointe-Noire	1780	8C	Alignement	48° 07' 24.652"	69° 43' 21.049"
F. R. Anse-du-Portage	1784.5	4B	Feu référence	48° 07' 36.658"	69° 43' 49.608"
F. R. Anse-à-l'Eau	1784	4B	Feu référence	48° 08' 19.669"	69° 43' 38.381"
Amer Îlet aux Alouettes	6778.2	10A	Amer	48° 06' 28.403"	69° 41' 02.157"
Amer Moulin à Baude	6775.6	10A	Amer	48° 09' 34.042"	69° 39' 51.376"

Annexe F : Outils graphiques DMS

Méthodologie

- S'inspire de l'étude de Canso
- Introduit "PIANC" et les "Lignes directrices sur les manœuvres dans les voies navigables canadiennes"

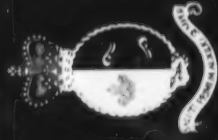


Méthodologie

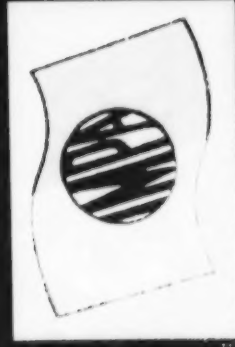
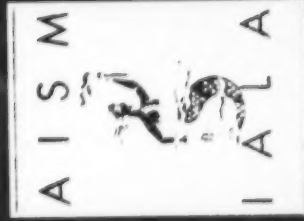


- Trois tronçons choisis pour leurs caractéristiques différentes:
 - Entrée du Saguenay
 - Traverse du Nord
 - Trois-Rivières à Yamachiche
- Tout au long du processus, primordial de confirmer avec les utilisateurs experts

PIANC



- Permanent International Association of
Navigation Congresses
- Le rapport du groupe de travail s'intitule:
"Les chenaux d'accès - Guide de conception"



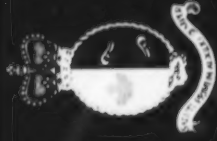
PIANC



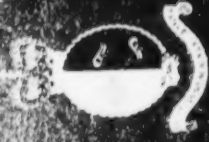
- Analyse en profondeur les facteurs importants dans l'établissement d'un chenal d'accès
 - Données sur l'environnement physique
 - Orientation, largeur et profondeur du chenal
 - Aides à la navigation
 - Le tout est appuyé par l'expérience pratique du marin

Notre approche

“Comparer la largeur réelle du
chenal à une largeur théorique
nécessaire au passage sécuritaire
de un ou deux navires”

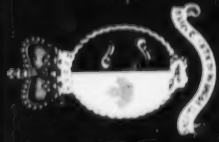


LC sur DMS



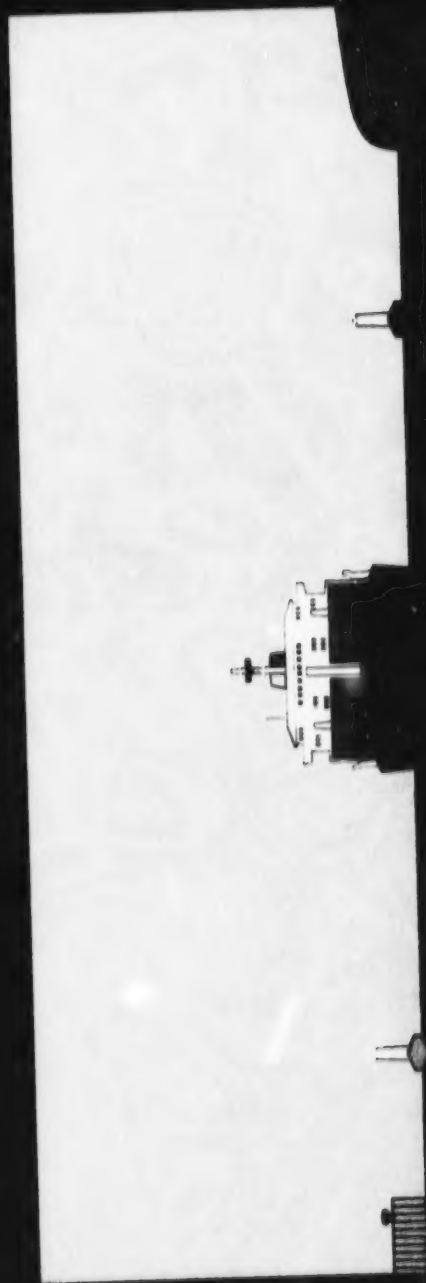
- LC - Largeur du Chenal
- DMS - Design Minimum de Sécurité

LC- Largeur du Chenal



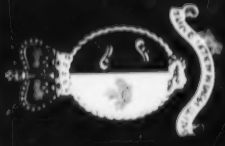
- Gabarit du chenal
- Plus large dans les courbes
- Profondeur minimum garantie

LC - Largeur du chenal



← LARGEUR DU CHENAL →

DMS - Design Minimum Sécurité



- Composé de l'addition de trois largeurs

1- Dimension physique du navire

2- Espace alloué à la manœuvre

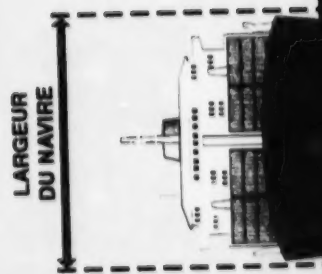
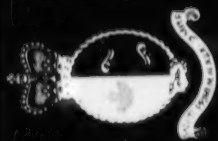
3- Qualité du positionnement

1- Dimension physique du navire

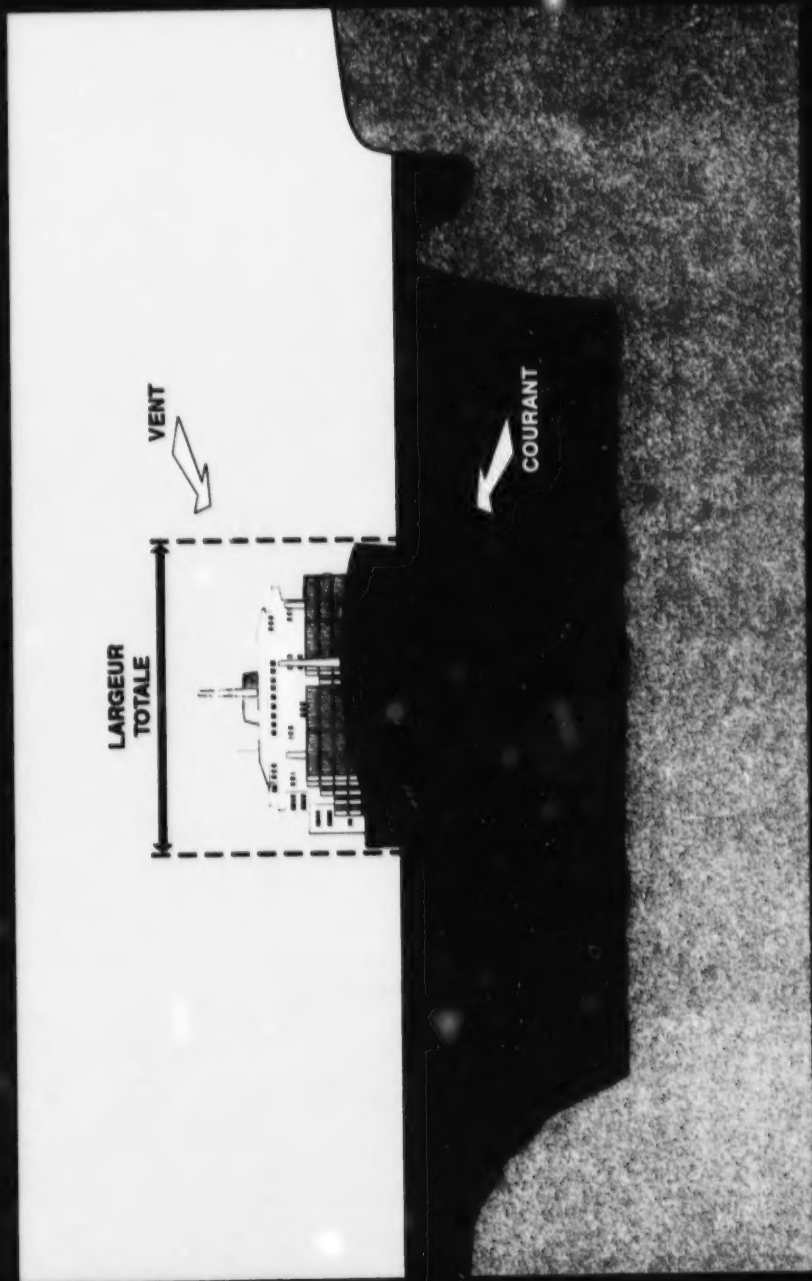


- Largeur au maître bau
- Plus les sommes des dérives
 - Dues au vent
 - Dues au courant

Largeur du navire



Plus les sommes des dérives



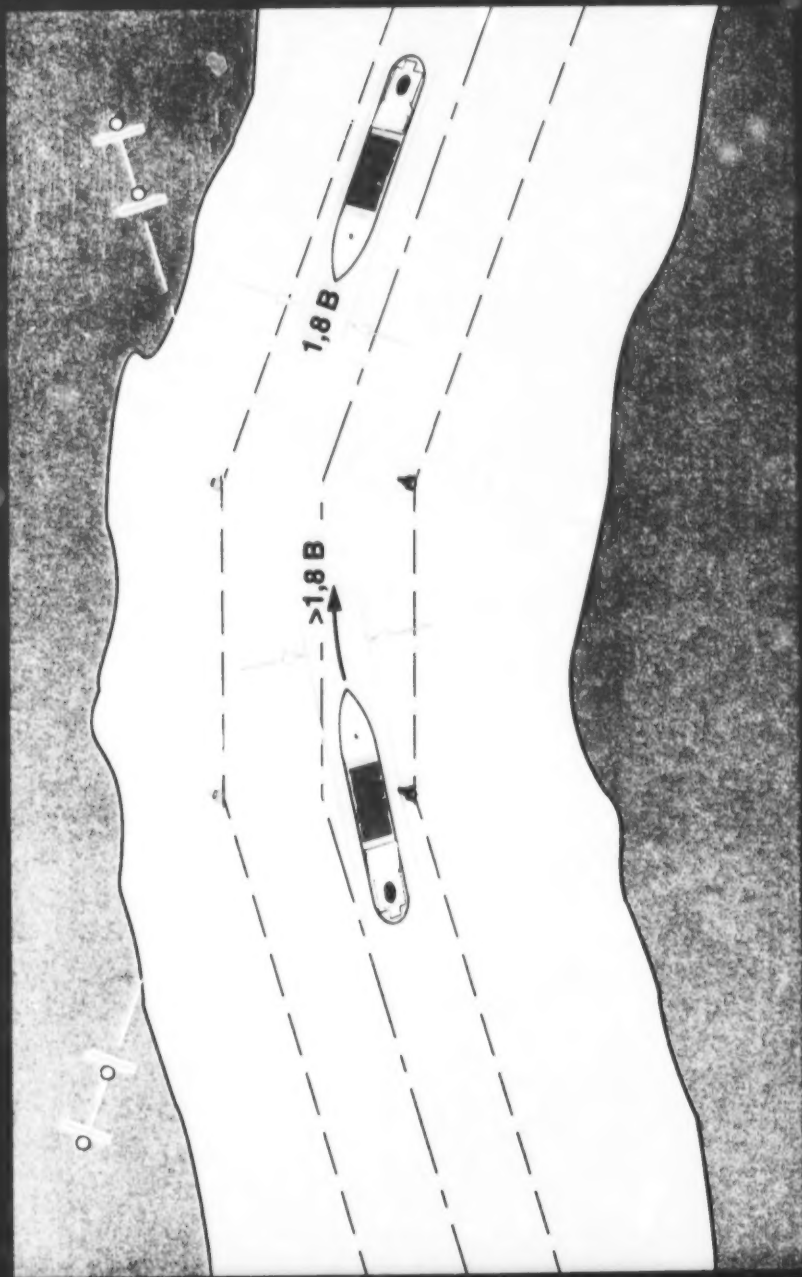
2- Manœuvre du navire



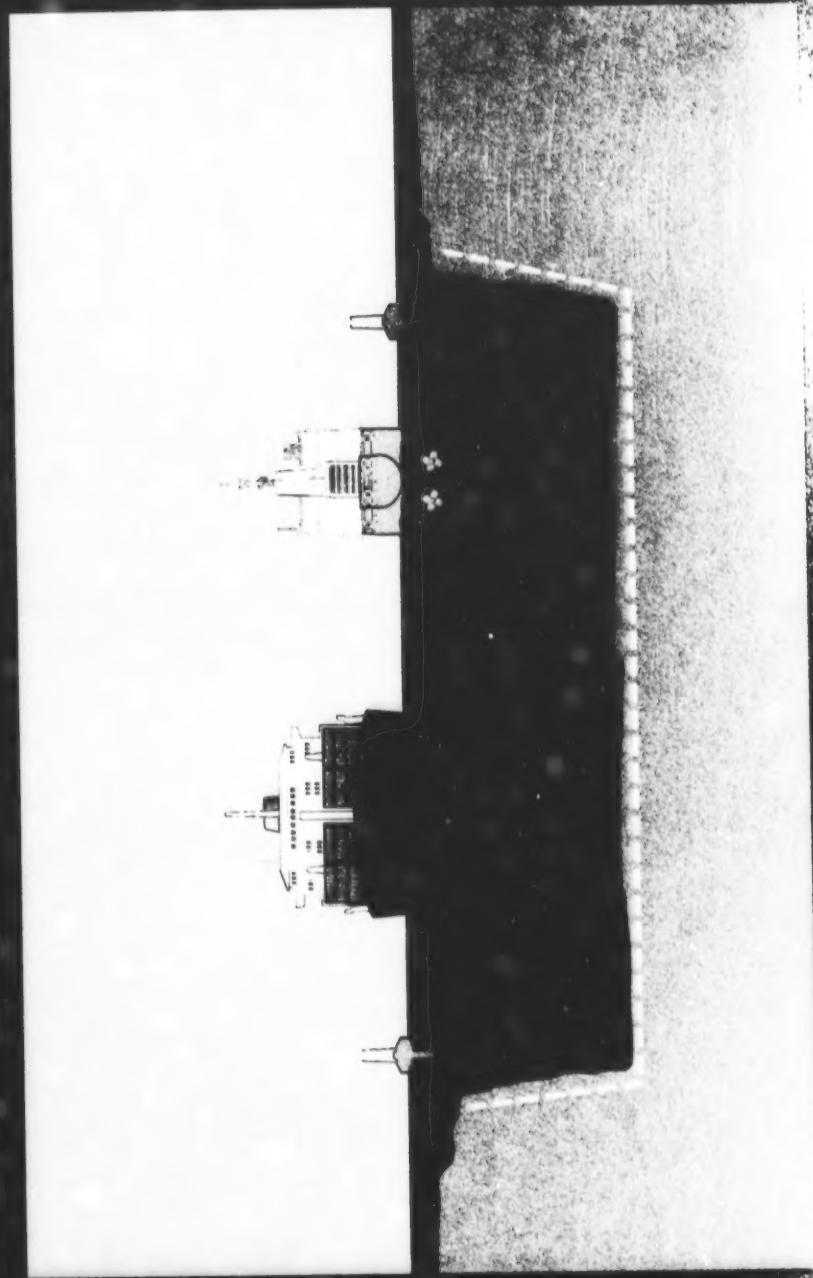
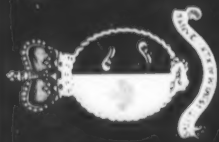
Addition de plusieurs facteurs

- LC - Maintien du cap
- LC - Squat
- Distance à la limite du chenal
- Distance de croisement ou de dépassement

Maintien du cap



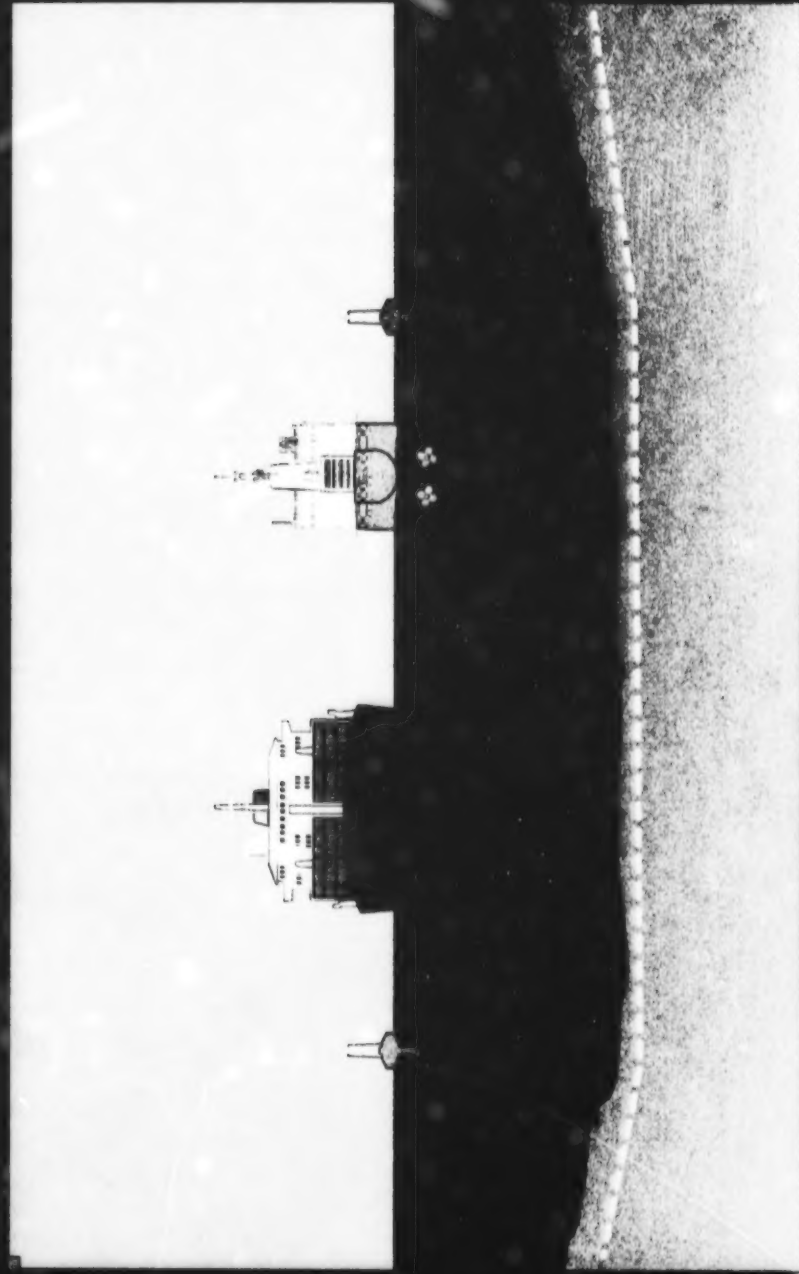
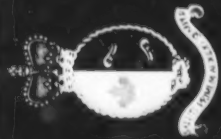
Limites escarpées



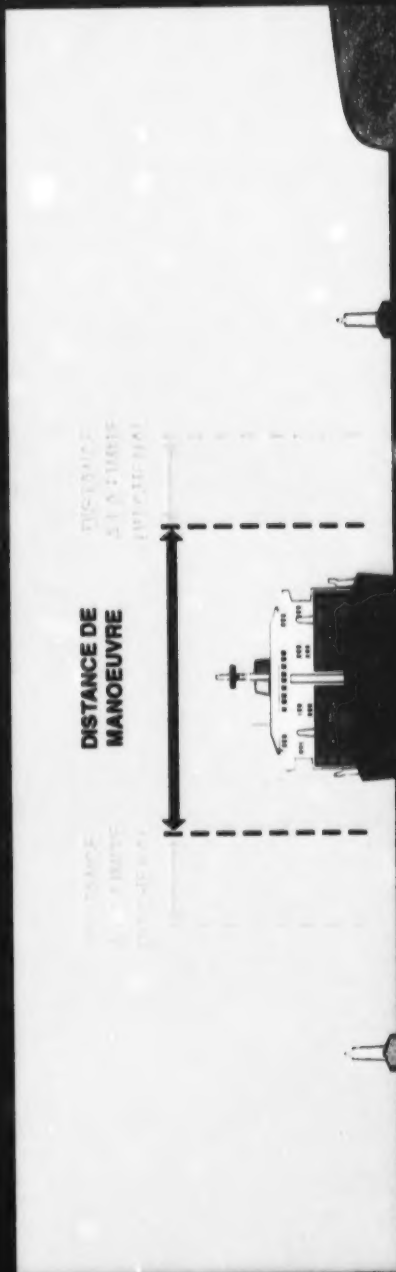
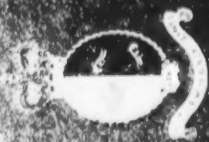
Limites inclinées



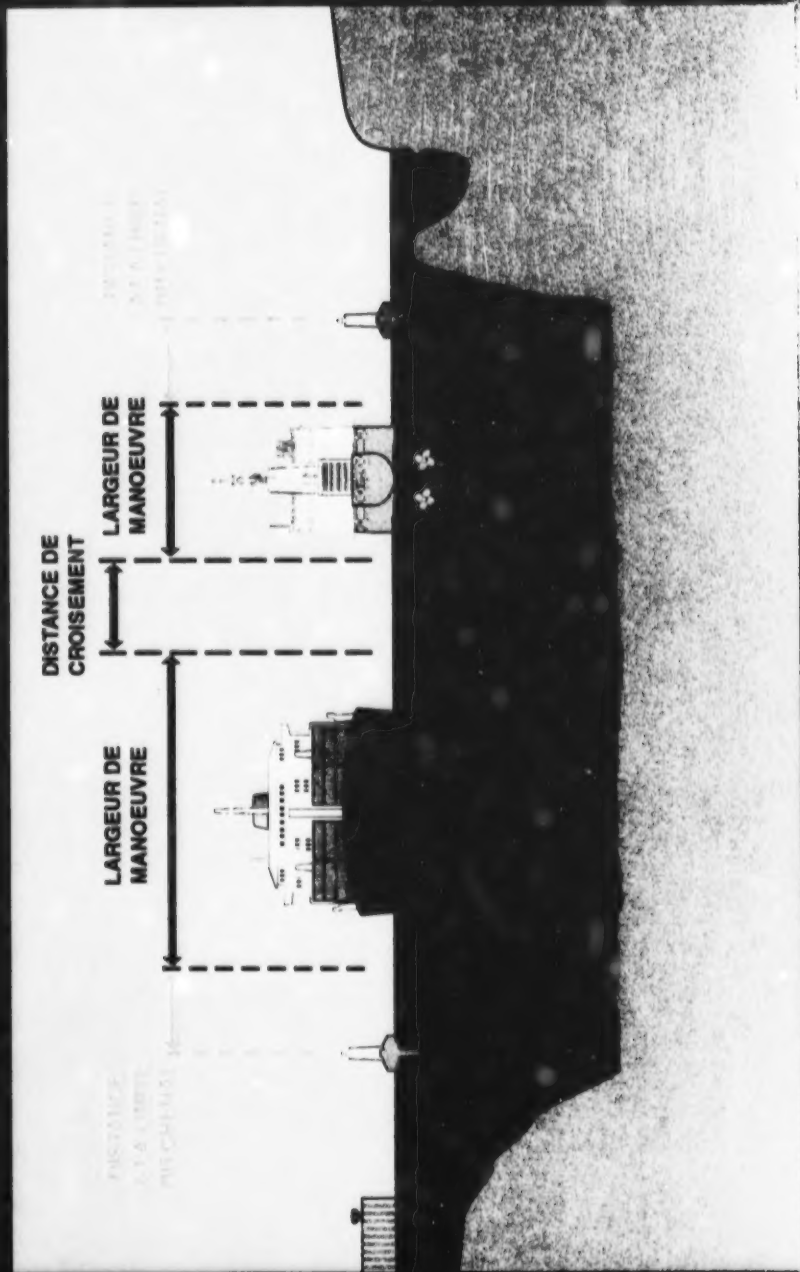
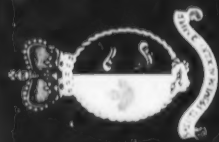
Limites nulles (sans effet)



Passage d'un navire



Passage de deux navires



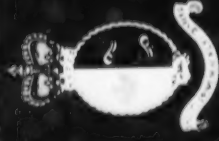
3- Positionnement



Le positionnement, c'est la capacité du marin à déterminer avec exactitude l'emplacement et le déplacement de son navire, en fonction des conditions existantes et des aides à la navigation disponibles et utilisées.

Positionnement

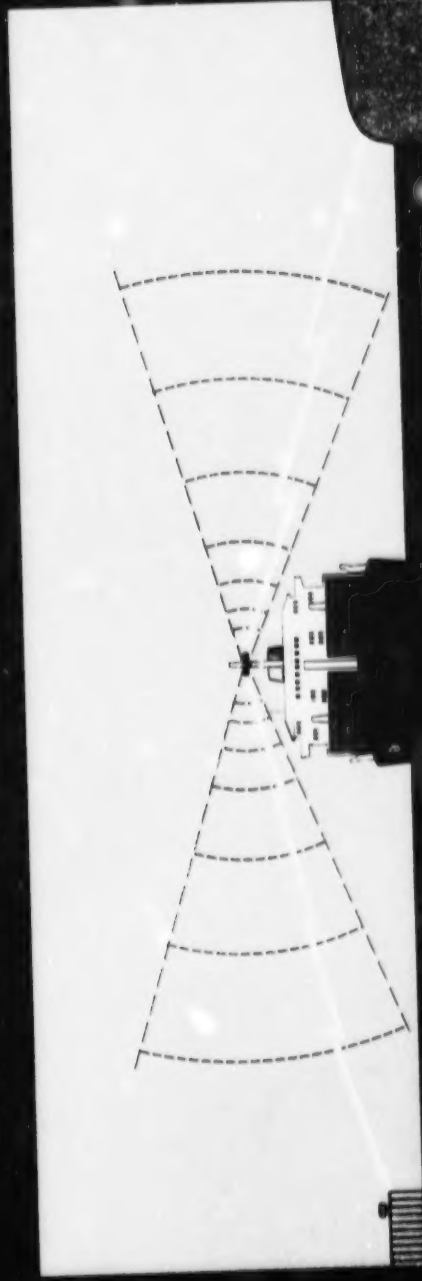
- 2 méthodes considérées
- Positionnement par radar
- Positionnement visuel
- Méthode primaire et méthode de confirmation



Positionnement radar

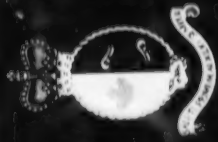
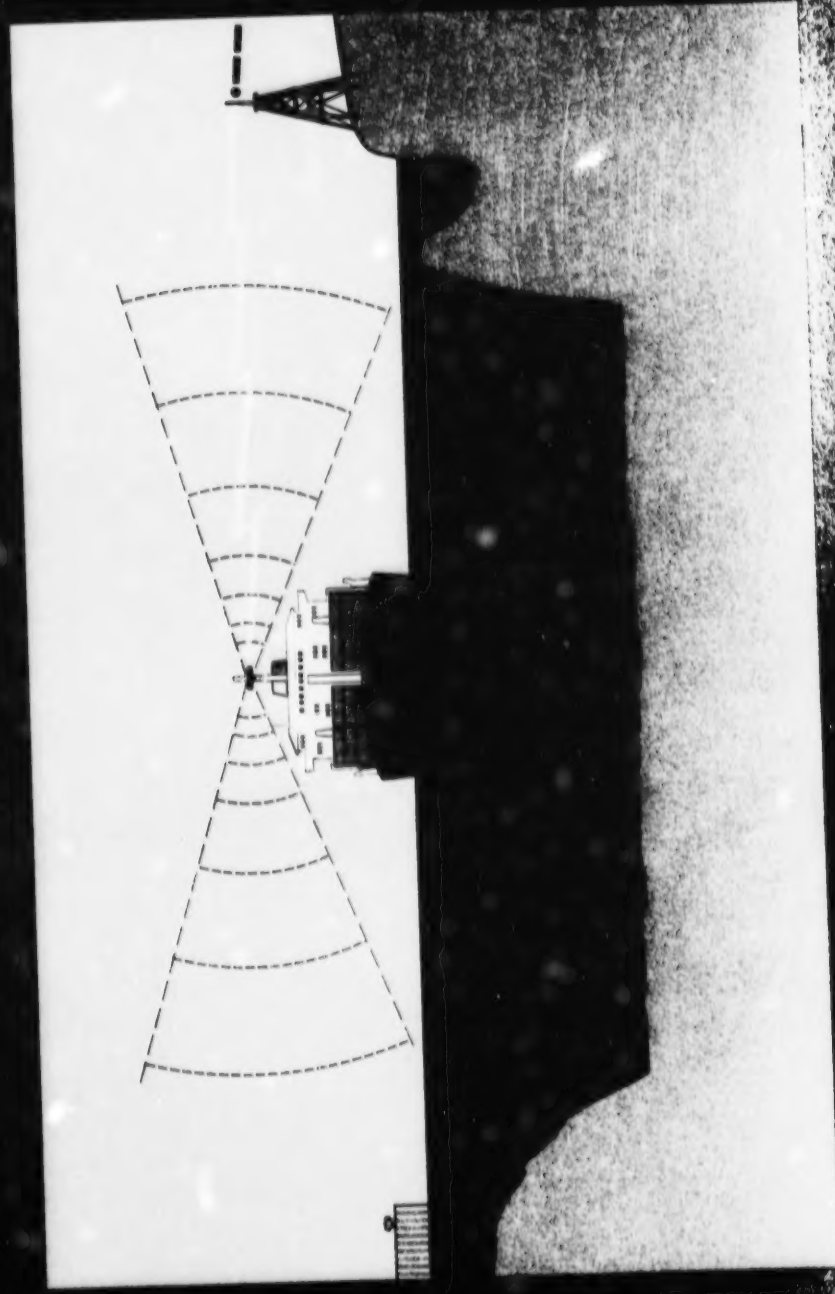


Combien de bonnes cibles radar?



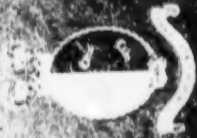
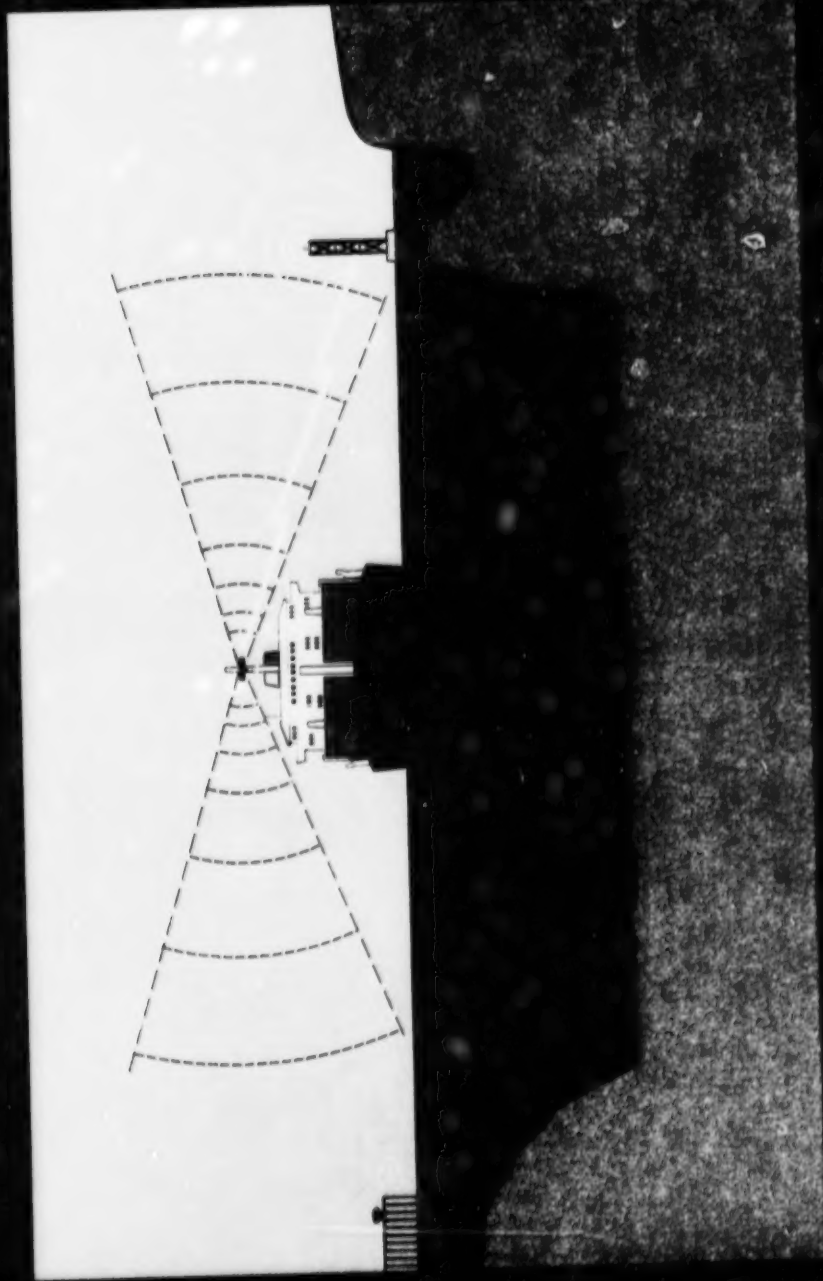
Positionnement radar

Combien de racons?

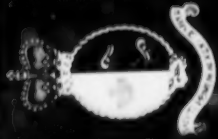


Positionnement radar

Combien d'aides fixes?



Positionnement visuel



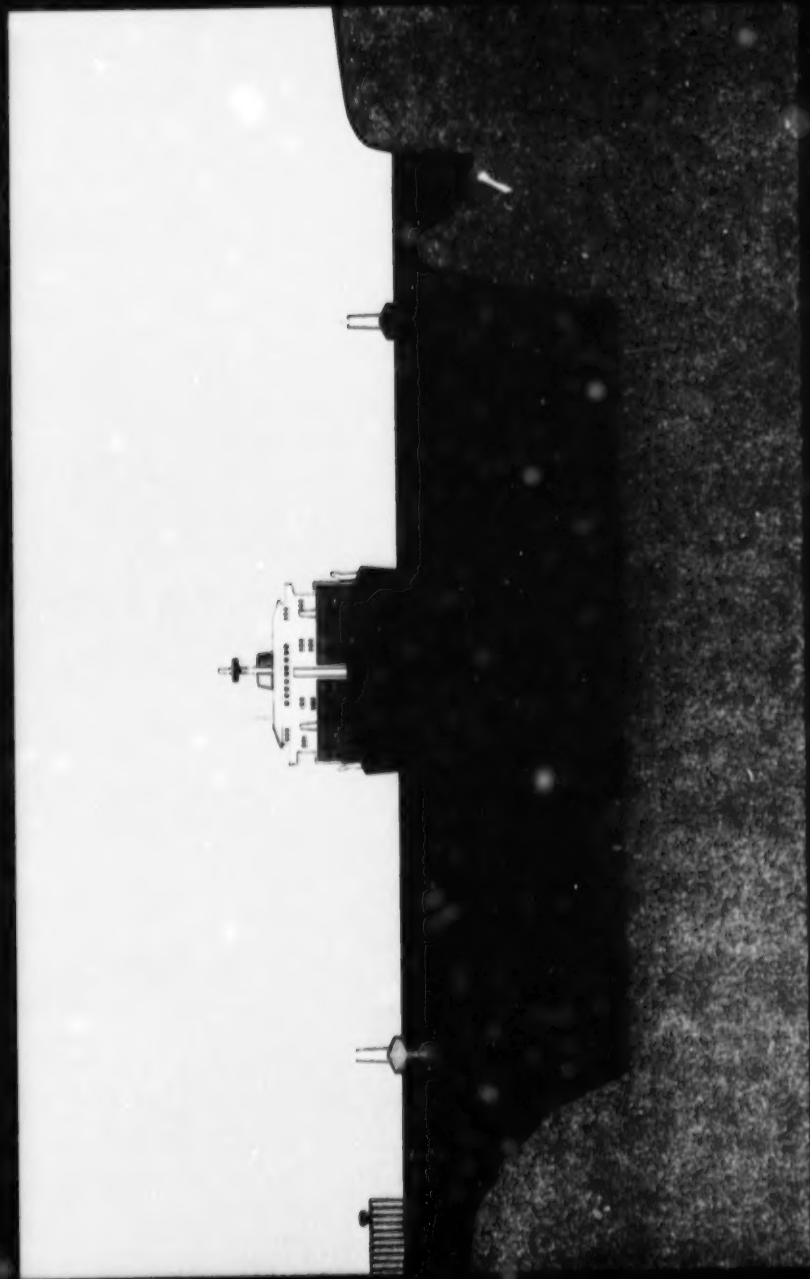
Y a-t-il des marques visuelles ou alignements?



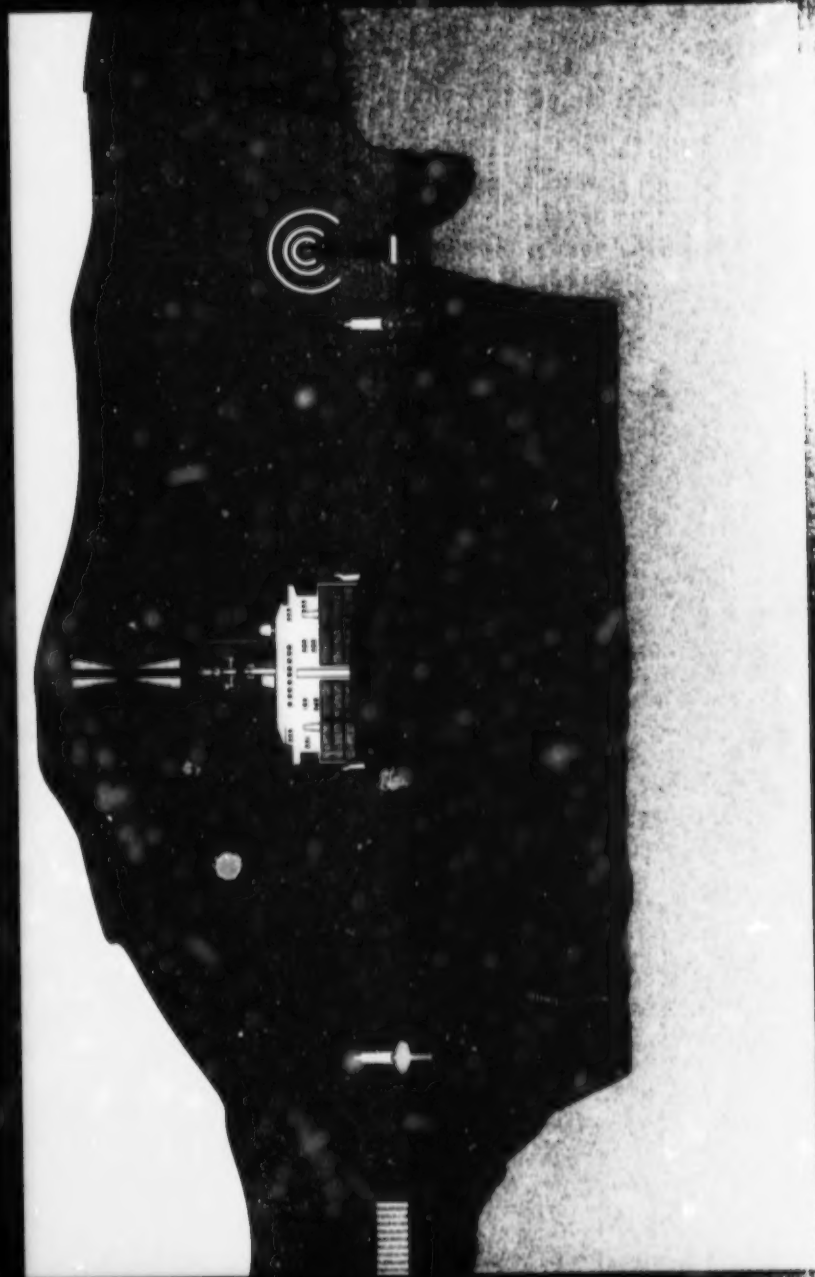
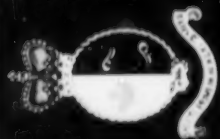
Positionnement visuel et radar



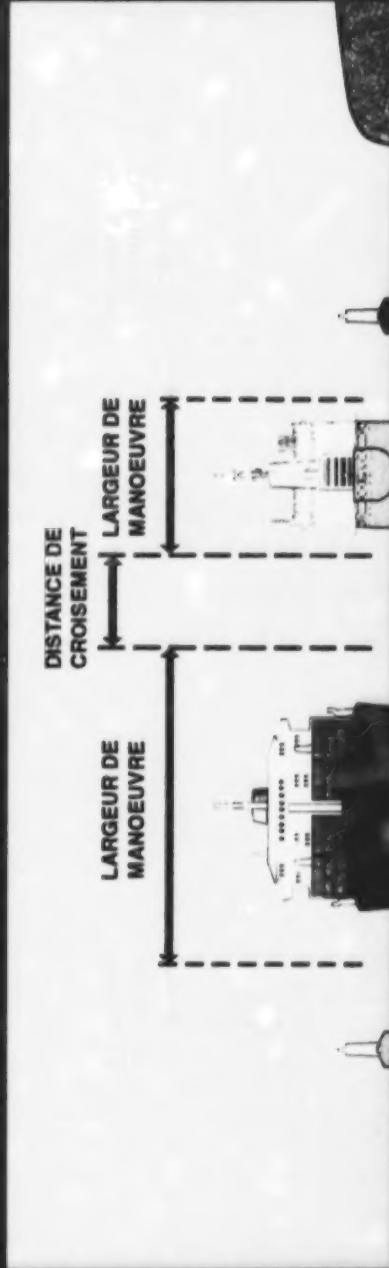
Combien de bouées?



Positionnement global



LCADMS > 1,0



QUALITÉ DE
POSITIONNEMENT

LC/DMS < 1,0

